

P24120.p07



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Masahiro FUSHIMI et al.

Appln No. : ~~10/699,699~~

Group Art Unit: Unknown

Filed : November 4, 2003

Examiner: Unknown

For : OPTICAL FIBER AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

**SUPPLEMENTAL CLAIM OF PRIORITY  
SUBMITTING CERTIFIED COPY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Further to the Claim of Priority filed November 04, 2003 and as required by 37 C.F.R. 1.55, Applicant hereby submits certified copies of the application upon which the right of priority is granted pursuant to 35 U.S.C. §119, i.e., of Japanese Application No.JP2002-327996, filed November 12, 2002 ; No. JP2002-323494, filed November 07, 2002; No. JP 2002-320864, filed November 05, 2002.

Respectfully submitted,  
Masahiro FUSHIMI et al

Will. E. Zylke Reg. No.  
Bruce H. Bernstein 41,568  
Reg. No. 29,027

February 03, 2004  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1950 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703)716-1191

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月 1 2 日  
Date of Application:

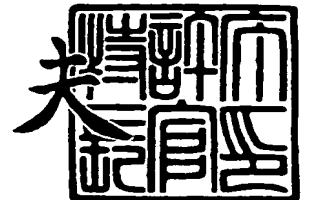
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 2 7 9 9 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 2 7 9 9 6 ]

出      願      人                      ペンタックス株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 2 8 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号    出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 7 0 2 6 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 PX02P139

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/32

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

    【氏名】 伏見 正寛

【特許出願人】

    【識別番号】 000000527

    【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

    【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100078880

    【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4 番 1 号 新都市センタービル 5 F

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松岡 修平

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 023205

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0206877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバの加工方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第一の端面と第二の端面とを有する光ファイバの加工方法であって、

前記第一の端面における少なくともコア全域を含む一定領域に、レジストを塗布するレジスト塗布工程と、

前記第二の端面側から光ファイバ内を通して特定の波長の光を所定時間照射することにより、前記第一の端面におけるコアに塗布されたレジストのみを露光した後、現像する露光／現像工程と、

前記露光／現像工程によって残存するレジストを使用して前記コアとクラッドとの間に段差を形成する段差形成工程と、を含む光ファイバの加工方法。

【請求項 2】 前記レジスト塗布工程において、前記第一の端面全域にレジストを塗布する請求項 1 に記載の光ファイバの加工方法。

【請求項 3】 前記レジストはネガタイプである請求項 1 または請求項 2 に記載の光ファイバの加工方法。

【請求項 4】 前記レジストはポジタイプである請求項 2 に記載の光ファイバの加工方法。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の光ファイバの加工方法において、前記段差形成工程は、

前記クラッドの少なくともコア近傍領域を、該コアとは異なる反射率を有するように表面処理する表面処理工程と、

前記表面処理工程によって表面処理された前記第一の端面に残存するレジストを剥離するレジスト剥離工程と、を含む光ファイバの加工方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光ファイバの加工方法において、

前記表面処理工程は、前記クラッドの少なくともコア近傍領域に金属材料を薄膜状に蒸着させる蒸着工程である光ファイバの加工方法。

【請求項 7】 請求項 5 に記載の光ファイバの加工方法において、

前記表面処理工程は、前記第一の端面全域に前記金属材料を蒸着させる蒸着工

程である光ファイバの加工方法。

【請求項 8】 請求項 3 または請求項 4 に記載の光ファイバの加工方法において、前記段差形成工程は、

前記第一の端面において前記レジストが残存していない領域をエッチングするエッチング工程と、

前記エッチング工程後に前記第一の端面に残存する前記レジストを剥離するレジスト剥離工程と、を含む光ファイバの加工方法。

【請求項 9】 請求項 4 に記載の光ファイバの加工方法において、前記段差形成工程は、

前記第一の端面において前記レジストが残存していない領域に前記光ファイバと略同一の屈折率を有する材料を充填する充填工程と、

前記充填工程後に前記第一の端面に残存する前記レジストを剥離するレジスト剥離工程と、を含む光ファイバの加工方法。

【請求項 10】 第一の端面と第二の端面とを有する光ファイバの加工方法であって、

前記第一の端面における少なくともコア面全域を含む一定の領域に、所定のレジストを塗布するレジスト塗布工程と、

前記第二の端面側から光ファイバ内部を通して特定の波長の光を所定時間照射することにより前記第一の端面における前記コア面に塗布されたレジストのみを露光した後、現像する露光／現像工程と、

前記第一の端面における前記コア面とクラッド面とで光学的な性質が異なるように所定の処理を行う工程を含む光ファイバの加工方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信装置に使用される光ファイバの加工方法に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

光通信装置は、LDで発光し情報による変調を施された光を光ファイバに伝達

させる為の装置であり、LD、LDからの光を集光させるレンズ、光ファイバ等の光学部品から構成される。光ファイバー通信を加入者宅内に引き込む回線終端装置（ONU；Optical Network Unit）として使用される光通信モジュールでは、一般的に、送受信を一本の光ファイバで行う双方向型の通信に対応するため、光通信モジュール内にさらに受光素子や、異なる波長の光を分離するためのWDM（Wavelength Division Multiplex）フィルタ等が備えられる。

#### 【0003】

上記のような光通信モジュールでは、LDからの信号光を光ファイバを介して送受信するため、該光をコアの略中心に入射させる必要がある。つまり、LDは、コア径が数 $\mu$ mの光ファイバに対して高精度で位置決めされなければならない。従来の位置決め方法は、光ファイバから射出された光の光量を検出し、該光量が所定レベル以上に達した状態をもって、コアの略中心にLDからの光が入射していると判断する。そして通常、これらの光学部品は、位置決め後、溶着あるいは接着剤を用いて堅固に固定される。

#### 【0004】

しかしながら、上記従来の位置決め方法では、射出された光の光量が所定レベルに達していない場合、LDからの光の入射位置がコアの中心に対してどちらの方向にどれだけずれているのか判別することができない。そのため、光ファイバから射出された光の光量が所定レベルに達するまでLDからの光の入射位置と光ファイバのコア中心との相対的な位置合わせを試行錯誤で繰り返さなければならず非常に手間がかかり、時間的負担が大きかった。

#### 【0005】

さらに、上記位置決め方法によって位置合わせが完了した後、接着剤を用いて部品の相互位置を位置決め固定することによって光通信モジュールを構成したとしても、次のような問題点が残される。第1に、上記のように光通信モジュールを製造した場合、接着剤の収縮や加工による部品の変形や破壊等がありうるため、接着後、乾燥した後でなければ製品の良否を判定できない点である。また、このような光通信モジュールで高い歩留まりを達成することは比較的難しいと考えられる。第2に、性能に経時変化があった場合、修正することが不可能で、高精

度での位置決めを維持することができないという点である。

【0006】

上記の問題点を解決するために、光ファイバ入射面におけるLDからの光の入射位置を実際に検出して該入射位置がコア中心と一致するように位置決めすることが望まれる。そして光通信モジュールを、常時、LDからの光に関する位置決め処理が行われるように構成すればよい。そのためには、LDからの光の光ファイバ入射面における入射位置を高精度で検出できるとともに、光ファイバの入射面におけるコアとクラッドの境界を明確に判別することができるように該入射面を加工しなければならない。

【0007】

ここで、従来の光ファイバの加工方法として、下記の特許文献1や特許文献2に開示される内容が知られている。

【0008】

【特許文献1】

特開平5-107428号公報

【特許文献2】

特開2001-305382号公報

【0009】

上記各特許文献1、2は、光ファイバを光導波路等の他の光学部材と光学的に接続する際の光の伝播効率の向上を目的とするものである。そのため、各特許文献1、2は、光ファイバの一面におけるコア端部自体を凸形状にしたり、コア端部近傍に凸状部材を形成したりする加工方法について開示している。すなわち、該加工方法は、他の光学部材と対向して位置する射出面を加工する場合には好適である。

【0010】

しかし、特許文献1によるコア端部自体を凸形状にする加工法は、コアとクラッドの組成の違いによるエッチング速度の差を利用するものなので、コアとクラッドを高精度に区別して加工することは困難である。従って、該加工法により加工された光ファイバを使用してもLDからの入射位置を高精度で検出することが

できない。また、特許文献2によるコア近傍に凸状部材を形成する加工法では、所定の範囲にのみ露光するために用いられるマスクとファイバのアライメントが非常に困難なので、特許文献2の方法ではコアとクラッドの境界を明確に区別し加工することが不可能である。従って、各特許文献1、2に記載の加工方法は、高精度な位置検出および位置決めに最適な入射面を加工する方法として使用することはできない。

#### 【0011】

##### 【発明が解決しようとする課題】

以上の諸事情に鑑み、本発明は、常時、LDからの光に関する位置決め処理を実行して、振動等の機械的条件の変化等の環境変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置の構成に最適な光ファイバの加工方法を提供することを目的とする。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本願発明に係る光ファイバの加工方法は、第一の端面における少なくともコア全域を含む一定領域に、レジストを塗布するレジスト塗布工程と、第二の端面側から光ファイバ内を通して特定の波長の光を所定時間照射することにより、第一の端面におけるコアに塗布されたレジストのみを露光した後、現像する露光／現像工程と、露光／現像工程によって残存するレジストを使用してコアとクラッドとの間に段差を形成する段差形成工程と、を含む。

#### 【0013】

請求項1に記載の発明によれば、第二の端面側から光ファイバ内を通した光によって露光を行う。そのため、クラッドが従来の加工方法で使用されていたマスクの代替手段となり、マスクなしで極めて高精度でコアに塗布されたレジストのみを露光することができる。

#### 【0014】

従って、請求項1に記載の発明によれば、第一の端面においてコアに入射する光を妨げることなく、第一の端面におけるコアとクラッドとの光学的な性能差を顕著にすることが可能となる。このように加工された光ファイバを使用すれば、



上記の性能差に基づいて光源からの光の第一の端面における位置を検出することが可能となる。そしてその検出結果に基づいて光源からの光の入射位置をコア中心に決定する負帰還制御が可能となる。本発明に係る光ファイバを上記第一の端面が光源からの光の入射面となるように配置した光通信装置であれば、常時、位置決め処理を実行することができるため、環境変化や経時変化があっても高性能を維持することができる。

#### 【0015】

なお、レジスト塗布工程においてレジストを塗布する領域は、上記段差形成工程の具体的内容によって決定することが望ましい。段差を形成する工程としては、例えば以下のような方法がある。

#### 【0016】

例えば、ネガタイプのレジストを使用した場合、クラッドの少なくともコア近傍領域を、該コアとは異なる反射率を有するように表面処理する表面処理工程と、該表面処理工程によって表面処理された第一の端面に残存するレジストを剥離するレジスト剥離工程とを含む段差形成工程を採用することができる。

#### 【0017】

このような段差形成工程を経て加工される光ファイバの第一の端面は、表面処理工程によって生じる厚みの分だけコアよりもクラッドのほうが高くなる。つまり、コアが凹んだ状態になるため、コアとクラッドに入射した光に回折現象を発生させることができる。従って、第一の端面で反射した光の強度分布から位置決め処理を行うことができる。さらに、コアとクラッドとで反射率に差を設けることにより、コアで反射した光とクラッドで反射した光との光量差に基づく位置決め処理も可能になる。コアとは異なる反射率を有する材料としては、Au、Al、Cuといった高反射率の金属材料を使用することができる。

#### 【0018】

上記金属材料を使用する場合、スパッタリングやCVD (Chemical Vapor Deposition: 化学蒸着法) 等の手法を用いて表面処理することが可能である。より好ましくは、上記の金属材料を薄膜状に蒸着させる。このように金属材料を薄膜状に蒸着させることにより、第一の端面におけるクラッドは鏡面となる。従って

、上記光量差を明確に検出することが可能となり、より簡易かつ高精度な位置決めが実現される。なお、段差形成工程に金属をクラッドに蒸着させる工程を取り入れる場合には、第一の端面全域に金属材料を蒸着させることが可能である。なお、金属蒸着等の表面処理工程時には、リフトオフ手法を用いて不要な金属材料を取り除くことが簡易で好ましい。

#### 【0019】

また、第一の端面においてレジストが残存していない領域をエッチングするエッチング工程と、該エッチング工程後に第一の端面に残存するレジストを剥離するレジスト剥離工程と、を含む段差形成工程も採用することが可能である。該段差形成工程は、ネガ、ポジいずれのタイプのレジストであっても使用することができる。

#### 【0020】

詳しくは、ネガタイプのレジストを使用した場合、コアにレジストが残存する。従って、クラッドが上記エッチング工程によってエッチングされる。つまりコアが突出した状態になる。また、ポジタイプのレジストを使用した場合、クラッドにレジストが残存する。従って、コアが凹んだ状態になる。いずれの状態であっても、コアとクラッドに入射した光に回折現象を発生させることができるため、第一の端面で反射した光の強度分布から位置決め処理を行うことができる。

#### 【0021】

レジスト塗布工程において、ポジタイプのレジストを使用した場合には、第一の端面においてレジストが残存していない領域に光ファイバと略同一の屈折率を有する材料を充填する充填工程と、該充填工程後に第一の端面に残存するレジストを剥離するレジスト剥離工程とを含む段差形成工程を採用することも可能である。このような段差形成工程によっても、コアを突出させた状態にすることが可能である。なお、光ファイバと略同一の屈折率を有する材料としては、 $\text{SiO}_2$ 等が例示される。

#### 【0022】

上記のように、本願発明は、光ファイバの端面という特殊な部位の加工方法に関する発明である。そのため本願発明は、レジストを塗布した面（第一の端面）

と逆の面（第二の端面）から特定の波長光を照射することにより、極めて高い精度で露光することを主たる特徴としている。これにより、コアを通して光が伝送されるという光ファイバ本来の特徴を活かしつつも該入射面におけるコアとクラッドで異なる光学的性質を備える所定の加工を施すことを可能としている。つまり、本願発明によれば、入射面での光のコア中心に対する位置決めを実現するために最適な加工方法が提供される。

#### 【 0 0 2 3 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の光ファイバの加工方法に関する実施形態を説明する。なお、第一実施形態および後述する第二、第三の各実施形態の光ファイバの加工方法によって加工される光ファイバ 3 A、3 B、3 C は、どれも L D からの信号光を伝送する手段として光通信モジュールに実装される。本発明の光ファイバの加工方法は、該方法によって加工される光ファイバの入射面におけるコアとクラッドの光学的な性能を明確化するための所定の段差を設ける工程を取り入れている。そのため、該光ファイバを実装する光通信モジュールでは、該段差によって得られた光学的な性能差に基づいて、常時、L D からの光の位置に関する高い精度での位置決めが可能となる。

#### 【 0 0 2 4 】

まず、第一実施形態の光ファイバの加工方法について説明する。図 1 は、第一実施形態の光ファイバの加工方法によって加工された光ファイバ 3 A を示す。図 1 に示すように、第一実施形態の加工方法によって加工される光ファイバ 3 A は、クラッド 3 2 とコア 3 3 から構成される。また、光ファイバ 3 の第一の端面 3 1 は、コア 3 3 以外の領域、すなわちクラッド 3 2 の略全域がコアとは異なる反射率を有するように表面処理することにより、に高反射率の材料が薄膜状にコーティングされることにより、段差が形成されている。例えば、高反射率の材料をクラッド 3 2 の略全域に薄膜状にコーティングすれば、クラッド 3 2 よりもコア 3 3 が凹んだ状態の段差が形成される。コーティングにはスパッタリングや C V D 等の様々な手法が知られているが、第一実施形態では蒸着を例にとって説明する。

## 【0025】

図1に示す光ファイバ3Aは、高反射率の材料として金属材料mが蒸着されている。つまり、第一実施形態の加工方法によって加工された光ファイバ3Aにおける第一の端面31のクラッド32は、鏡面状になっている。このように加工された光ファイバ3Aを使用すれば、クラッド32に何ら加工を施さない従来の光ファイバよりも、第一の端面31の反射率を高めることが可能となる。従って、第一の端面31をLDからの光の入射面として、光ファイバ3Aを光通信モジュールに配設すれば、クラッド32に入射して反射した光の光量を検出することが可能になる。これにより入射面（第一の端面31）における光の入射位置を高精度でコア33中心に合わせることが可能になる。

## 【0026】

図2は、第一実施形態の光ファイバの加工方法に関する各工程を説明するための図である。図2Aに示すように、光ファイバ3Aは、第一の端面31の反対側の端面として第二の端面34を有する。

## 【0027】

図2Aに示す光ファイバ3Aは、予め、図示しない固定器具によって固定される。そして、光ファイバ3Aは、図2Bに示すように、第一の端面31全域にわたって略均一な厚みでレジストrが塗布される（レジスト塗布工程）。レジストを略均一な厚みで塗布する方法としては、スピンコータを使用する方法やレジストrをスプレーする方法等の周知の方法を使用する。なお、第一実施形態で使用するレジストrは、ネガタイプである。

## 【0028】

第一の端面31の全域にレジストrが均一に塗布されると、次いで、露光／現像工程が実行される。露光／現像工程では、まず図1Cに示すように、第二の端面34側から紫外光を照射する。該紫外光は、第二の端面34に入射し、コア33内を通過して、レジストrに入射する。このように紫外光をレジストが塗布された第一の端面31側から照射するのではなく、第二の端面34側から照射することにより、クラッド32が従来の端面加工時に使用されていたマスクの代替手段として機能する。従って、本実施形態ではマスク生成工程が省略され、簡易かつ

短時間で加工を実現している。

#### 【0029】

さらに本実施形態の加工方法は、コア33とクラッド32は完全に密着しているという光ファイバの構成上、クラッド32が紫外光を遮光することにより、第一の端面31において、非常に高い精度でコア33に対応する領域にあるレジストrのみを露光することができるという特徴ももつ。コア33に対応する領域とは、コア33の径および該コア33上に塗布されたレジストの厚みによって規定される領域のことを意味する。

#### 【0030】

なお、紫外光の照射時間は、コア33に対応する領域にあるレジストrが十分に露光される最適な時間に設定される。露光が終了すると、次いで現像を行い露光されていないレジスト、換言すればクラッド32に対応する領域にあるレジストrを溶かし去る。

#### 【0031】

図2Dは、現像後の光ファイバ3Aを示す。上記のように第二の端面34から紫外光を照射して露光しているため、図2Dに示すように、コア33に対応する領域にあるレジストrのみがコア33を底面とする略円柱状に残存することがわかる。

#### 【0032】

続いて、現像後の第一の端面31に金属材料mを均一の厚みで蒸着し、鏡面を形成する（蒸着工程）。図2Eは、光ファイバ3Aの第一の端面31に金属材料m（図中、斜線領域で示す）を蒸着した状態を示す。鏡面として使用する金属材料としては、Cr、Au、Al等が例示される。第一の端面31上に金属材料mを蒸着すると、残存していたレジストrを該レジストr上に蒸着された金属材料mとともに第一の端面31からリフトオフし、コア33を露出させる（レジスト剥離工程）。残存するレジストrの剥離にはアセトン等の溶液を使用する。図2Fは、レジストrを剥離した光ファイバ3Aを示す。これにより光ファイバ3Aは、図1に示す構造を有する。以上が第一実施形態の光ファイバの加工方法である。

## 【0033】

以上が第一実施形態の光ファイバの加工方法である。なお、上記説明では、第一の端面 31 全域に鏡面を形成している。しかし、加工された光ファイバを組み込む光通信装置、より具体的には該装置における位置検出システムの仕様によっては、鏡面はコア 33 の近傍にのみ施されていればよい場合もありうる。このような場合には、図 3 に示すようなコア 33 近傍のクラッド 32 のみに鏡面 m が施され、ちょうどコア 33 を囲むドーナツ状の鏡面領域を備えた光ファイバ 3A' を提供することも可能である。

## 【0034】

また、第一実施形態では、Cr 等の高反射率の材料 m を蒸着させることにより段差を設け、第一の端面 31 の場所によって反射率を変える加工を施している。しかし、薄膜状にコーティングする材料は、Cr 等のような金属材料でなくてもよい。該材料は、第一の端面 31 での反射光を用いて少なくともコア 33 とクラッド 32 との境界を明確に検出するために必要なコアとクラッドの反射率差を発生させる材料であればよい。例えば、少なくともコア以上の反射率を有する材料であればクラッド 32 を滑らかに光らせることが可能となり上記と略同様の効果を得ることができる。なお、金属材料 m 以外の材料を使用する場合であっても、光ファイバ 3A は、図 2 に示す工程と略同様の工程を経て加工されるため、具体的な加工方法についてここでの説明は省略する。

## 【0035】

図 4 は、第二実施形態の光ファイバの加工方法によって加工された光ファイバ 3B を示す。なお、光ファイバ 3B において上記光ファイバ 3A と同一の構成要素には同一の符号を付し、ここでの説明は省略する。図 4 に示すように、光ファイバ 3B は、第一の端面 31 においてコア 33 が光ファイバ 3B の光軸方向に所定量突出し、かつ突出したコア 33 の面とクラッド 32 の面とが略平行になるような段差を形成される。上記所定量は、突出したコア 33 の面とクラッド 32 の面の双方に光が入射した場合に、回折現象が起こるように  $\lambda/4$  よりも小さい値に設定される。但し、 $\lambda$  は入射する光の波長である。本実施形態では、コア 33 に入射して反射した光（0 次光）とクラッド 32 に入射して反射した光（1 次光

）との光強度差が最大となるように、上記所定量を  $\lambda/8$  に設定している。

#### 【0036】

このように段差形成された光ファイバ 3 B を、第一の端面 3 1 が LD からの光の入射面となる状態で光通信モジュールに配設すれば、コア 3 3 からの反射光（0 次光）と、クラッド 3 2 からの反射光（1 次光）との光強度分布を検出することができる。そして、該光強度分布に基づいて、入射面（第一の端面 3 1）における光の入射位置を高精度でコア 3 3 中心に合わせることが可能になる。

#### 【0037】

上記のような入射面における光の光強度分布に基づく位置検出は、何ら加工を施さない従来の光ファイバを使用した光通信モジュールでは実行できない。また、特許文献 1、2 の加工方法によってレンズを一体形成された光ファイバでは、加工した面（射出面）においてコア（コア近傍）が凸レンズ状になっている。そのため、仮に加工した面を入射面として光通信モジュールに配設しても上記のような回折効果を有効に得ることができないため、やはり光の光強度分布に基づく高精度な位置検出および位置決めができない。より詳しくは、特許文献 1 に開示される製造方法は、クラッドとコアの溶解差を利用している為、本来溶解すべきではないコアも溶解されてしまう。そのため該製造方法による光ファイバは、光伝送効率が悪くなり、通常の光通信には適していない。特許文献 2 に開示される製造方法は工程が煩雑であり、コストがかさむだけでなくになるだけでなく、結果物の歩留まりも悪いという欠点も残している。これら従来の問題点を第二実施形態の光ファイバの加工方法は、以下の工程を経ることにより解決している。

#### 【0038】

図 5 は、第二実施形態の光ファイバの加工方法に関する各工程を説明するための図である。第二実施形態の加工方法において使用するレジスト r も、上記第一実施形態と同様にネガタイプである。また、第二実施形態の加工方法におけるレジスト塗布工程と露光／現像工程も、上記第一実施形態と同様である。従って、図 5 A ～図 5 D までに示す光ファイバ 3 B の加工状態は、図 2 A ～図 2 D に示すものと同一である。

#### 【0039】

図 5 D に示すように、露光／現像工程が終了し、コア 33 に対応する領域にのみレジストが残存した状態の光ファイバ 3 B は、次いでレジスト r が残存していないクラッド 32 をエッチングされる（エッチング工程）。一般にエッチングには、ウェット式とドライ式があり、どちらを使用することも可能である。本実施形態では、光の高精度な位置検出に必要な光強度分布を明確に検出するために、コア 33 とクラッド 32 との段差を高い精度を持って形成すべく、ドライ式のエッチング処理を採用している。本実施形態に好適なドライエッチング装置としては、異方性エッチングに優れる、高速原子線加工装置が挙げられる。図 5 E は、コアの面 33 とクラッド 32 との段差が  $\lambda/8$  になるまで、クラッド 32 がエッチングされた光ファイバ 3 B の状態を示す。図 5 F は、レジスト r を剥離した光ファイバ 3 B を示す。これにより光ファイバ 3 B は、図 4 に示す構造を有する。

#### 【0040】

以上が第二実施形態の光ファイバの加工方法の説明である。第二実施形態ではネガタイプのレジストを使用しているが、ポジタイプのレジストを使用しても光ファイバ 3 B と同様の効果を得ることができる光ファイバ 3 C を提供することができる。図 6 は、第三実施形態の光ファイバの加工方法によって加工された光ファイバ 3 C を示す。なお、光ファイバ 3 C においても上記光ファイバ 3 A や 3 B と同一の構成要素には同一の符号を付し、ここでの説明は省略する。図 6 に示すように、光ファイバ 3 C は、第一の端面 31 においてコア 33 が光ファイバの光軸方向に沿って所定量凹んでおり、かつ凹んだコア 33 の面とクラッド 32 の面とが略平行になるように加工される。上記所定量は、 $\lambda/4$  よりも小さい値に設定されることが好ましく、光ファイバ 3 B と同様、光ファイバ 3 C も  $\lambda/8$  に設定している。

#### 【0041】

図 7 は、第三実施形態の光ファイバの加工方法に関する各工程を説明するための図である。第三実施形態の加工方法では、レジスト塗布工程においてポジタイプのレジスト r を使用する点以外は、露光／現像工程まで上記第二実施形態における加工方法と略同様である。従って、図 7 A ～図 7 C までに示す光ファイバ 3 C の加工状態は、図 5 A ～図 5 C に示す光ファイバ 3 B の加工状態と略同一であ



る。

#### 【 0 0 4 2 】

図 7 D は、露光／現像工程終了後の光ファイバ 3 C の状態を示す。上記のように、第三実施形態の加工方法ではポジタイプのレジスト r を使用している。そのため、図 7 D に示す光ファイバ 3 C は、上記二つの光ファイバ 3 A、3 B の加工時とは異なり、露光されたコア 3 3 に対応する領域にあるレジスト r のみが除去されている。

#### 【 0 0 4 3 】

図 7 E は、図 7 D に示す状態の光ファイバ 3 C に対してエッチングをした状態を示す。第三実施形態の加工方法におけるエッチング工程も上記第二実施形態と同様にドライ式のエッチングを採用する。図 7 E に示す光ファイバ 3 C は、コアの面 3 3 とクラッド 3 2 との段差が  $\lambda / 8$  になるまで、コア 3 3 がエッチングされている。図 7 F は、エッチング工程後にレジスト r を剥離してクラッド 3 2 が露出した光ファイバ 3 C を示す。これにより光ファイバ 3 C は、図 6 に示す構造を有する。

#### 【 0 0 4 4 】

第二実施形態および第三実施形態の光ファイバの加工方法では、エッチングすることによってコア 3 3 とクラッド 3 2 に段差を形成している。しかし、エッチング工程以外の工程であっても段差を形成することが可能である。図 8 は、第四実施形態の光ファイバの加工方法に関する各工程を説明するための図である。第四実施形態の加工方法では、露光／現像工程まで上記第三実施形態における加工方法と略同様である。従って、図 8 A ～図 8 C までに示す光ファイバ 3 D の加工状態は、図 7 A ～図 7 C に示す光ファイバ 3 B の加工状態と略同一である。

#### 【 0 0 4 5 】

第四実施形態の加工方法では、図 8 D に示す状態の光ファイバにおけるコア 3 3 に対応する領域に所定の材料を充填することにより段差を形成している（図 8 E）。所定の材料 g は、光伝送を妨げることがないように、コア 3 3 と略同一の屈折力を有する材料が選択される。例えば、ガラス（ $\text{SiO}_2$ ）等が好適である。なお所定の材料 g は、段差の寸法分、すなわち  $\lambda / 8$  の厚みを有するまで充填

される。次いで図 8 F に示すように、レジストを剥離（リフトオフ）することにより、図 4 に示す光ファイバ 3 B と略同形状の光ファイバ 3 D が提供される。

#### 【0046】

第四実施形態では、ポジタイプのレジスト r を使用しているため、コア 33 に対応する領域に所定の材料を充填することにより段差を形成している。第四実施形態の変形例として、ネガタイプのレジストを使用することも可能である。この変形例の場合、レジストが除去された領域、つまりクラッド 32 に対応する領域にクラッド 32 と同一材料、または略同一の屈折率を有する材料を  $\lambda/8$  の高さまでコーティングする。

#### 【0047】

上記のように加工された光ファイバ 3 A ~ 3 D を、例えば以下のような光通信モジュールに搭載することにより、該光通信モジュールは、LD からの光の第一の端面 31 における入射位置をコア 33 の中心に高精度で合わせる位置決め処理を常時実行可能になる。

#### 【0048】

図 9 は、光ファイバ 3 A を搭載した光通信モジュール 10 の構成を表す図である。光通信モジュール 10 は、光ファイバー通信を加入者宅内に引き込む ONU として用いられる。例えば光通信モジュール 10 は、一本の光ファイバで上り信号として波長  $1.3 \mu\text{m}$  を送信し、下り信号として  $1.5 \mu\text{m}$  の信号を受信するように構成された、双方向の WDM 伝送に対応した光通信モジュールである。

#### 【0049】

送信用の信号光の光源であるレーザ LD は面発光レーザであり、送信用の情報によって変調されるように構成されている。レーザ LD、第一集光レンズ 2、および光ファイバ 3 A は、共通の光軸上に配置される。光ファイバ 3 A は、第一の端面 31 が第一集光レンズ 2 と対向するように配設される。つまり、第一の端面 31 は LD からの光が入射する面に相当する。レーザ LD で発光された波長  $1.3 \mu\text{m}$  の送信光は、第一集光レンズ 2 によって光ファイバ 3 の入射面（第一の端面）31 に向けて集光される。集光された送信光は、光ファイバを介して受信側の光通信モジュール（不図示）に伝送される。

## 【0050】

以上が本発明の実施形態である。なお、上記の各実施形態では、いずれもレジスト r は第一の端面 31 の略全域に塗布すると説明した。しかし、ネガタイプのレジスト使用時は、第一の端面において少なくともコア 33 全域を含む一定領域に塗布されていれば段差形成は可能である。

## 【0051】

以下、光通信モジュール 10 における、光ファイバ 3A の入射面 31 に入射する送信用の信号光の位置決め処理に関して概説する。本実施形態の光通信モジュール 10 は、上記のレーザ LD、第一集光レンズ 2、および光ファイバ 3A と、第二集光レンズ 4、光検出器 5、コントローラ 6、アクチュエータ 7 を備える。

## 【0052】

上述したように、レーザ LD で発光された光は、第一集光レンズ 2 を介して光ファイバ 3A の入射面 31 に入射する。入射面 31 によって反射した反射光は第二集光レンズ 4 に入射する。第二集光レンズ 4 は、該反射光を集光し、光検出器 5 に導く。光検出器 5 は、入射面 31 と共役な位置に配設されている。つまり、光ファイバの中心で反射した反射光は光検出器 5 の受光面の略中心に入射する。

## 【0053】

光検出器 5 は、受光面が該受光面の中心で互いに直交して延出する 2 本の境界線によって 4 つのエリアに等分割された 4 分割フォトダイオードである。光検出器 5 は、入射する光の光量変化をエリアごとの光量データとしてコントローラ 6 に送信する。

## 【0054】

なお、コア 33 の反射率はクラッド 32（金属材料 m）の反射率よりも極めて低い。従って、コア 33 で反射した光に関する受光量は微量であるために正確に検出できないおそれがある。そこで、本実施形態の光検出器 5 は、受光面において、コア 33 で反射した光が入射する領域の感度を高めてコア 33 で反射した光の光量を高精度で検出可能にしている。

## 【0055】

コントローラ 6 は、各エリアの光量データを受信すると、各光量データに基づ

いてLDからの光がコア33の中心に入射するように負帰還制御する。具体的には、コントローラ6は、各エリアに入射した光の光量差がなくなるまで、アクチュエータ7を介して第一集光レンズ2を駆動して、入射面31上において光源からの光の入射位置を移動させる。各エリアに入射した光の光量差がなくなれば、LDからの光がコア33の中心位置に入射している。

#### 【0056】

なお、上述した位置決め処理は、光通信モジュール10製造時の初期調整で行われるだけでなく、光通信モジュール10の電源投入後、光通信を行っている間も常時実行される。すなわち、光検出器5は、光通信が実行されている間は常にLDからの光を受光する。そのため、コントローラ6は、光検出器5から常時、または定期的に送信される光量データに基づいて各エリアの光量差がなくなるような負帰還制御を実行することができる。

#### 【0057】

以上が、光ファイバ3Aを搭載した光通信モジュール10の位置決め処理の説明である。なお、光通信モジュール10の構成は、光ファイバ3Aのかわりに光ファイバ3B～3Dを搭載することによっても、上記と同様の位置決め処理を実行することができる。但し、光ファイバ3B～3Dを使用した場合、コントローラ6は、受光面における各エリアの光量差をなくすように負帰還制御するのではない。コントローラ6は、入射面31で反射した光の光強度分布が、コア33中心にLDからの光が入射したときに得られる所定の分布と一致するように負帰還制御する。

#### 【0058】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、光ファイバの、光通信装置に搭載されるときにLDからの光が入射する側の面に、該光の入射位置に関する高精度な位置決め処理を可能とする段差を形成することができる。別の観点からは、本発明の光ファイバの加工方法は、常時、LDからの光に関する位置決め処理を実行して、振動等の機械的条件の変化等の環境変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置の構成に最適な光ファイバを提供することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

第一実施形態の光ファイバの加工方法によって加工された光ファイバを示す。

**【図 2】**

第一実施形態の光ファイバの加工方法に関する各工程を説明するための図である。

**【図 3】**

第一実施形態の光ファイバの加工方法によって加工された光ファイバの変形例を示す。

**【図 4】**

第二実施形態の光ファイバの加工方法によって加工された光ファイバを示す。

**【図 5】**

第二実施形態の光ファイバの加工方法に関する各工程を説明するための図である。

**【図 6】**

第三実施形態の光ファイバの加工方法によって加工された光ファイバを示す。

**【図 7】**

第三実施形態の光ファイバの加工方法に関する各工程を説明するための図である。

**【図 8】**

第四実施形態の光ファイバの加工方法に関する各工程を説明するための図である。

**【図 9】**

第一実施形態の加工方法により加工された光ファイバを搭載した光通信モジュールの構成を表す図である。

**【符号の説明】**

3 A、3 B、3 C、3 D 光ファイバ

3 1 第一の端面（入射面）

3 2 クラッド

3 3 コア

3 4 第二の端面

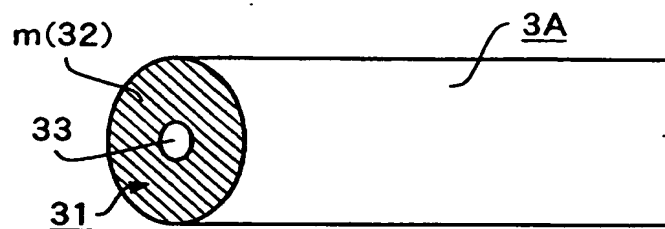
r レジスト

m 金属材料

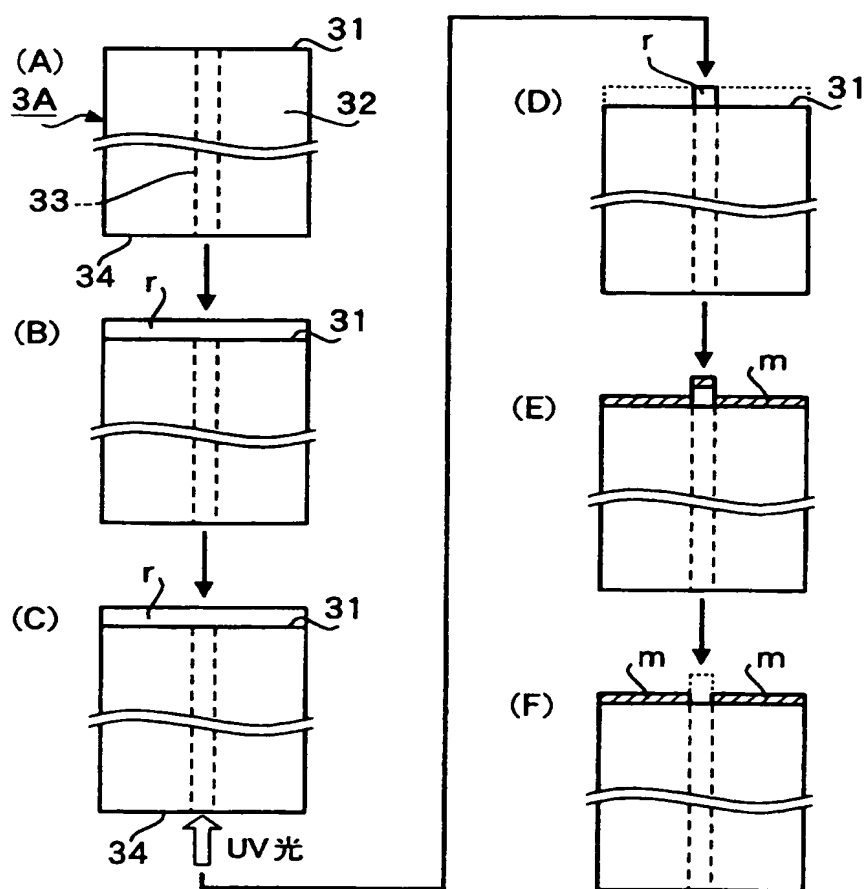
1 0 光通信モジュール

【書類名】 図面

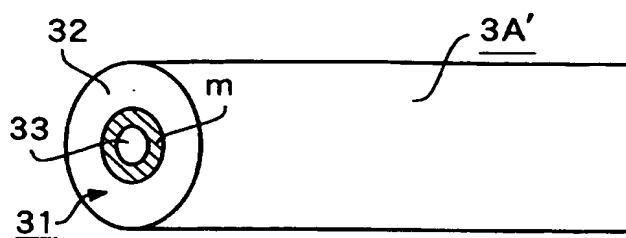
【図 1】



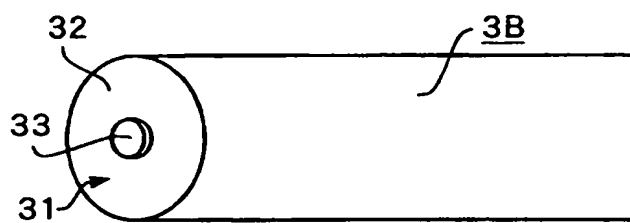
【図 2】



【図 3】

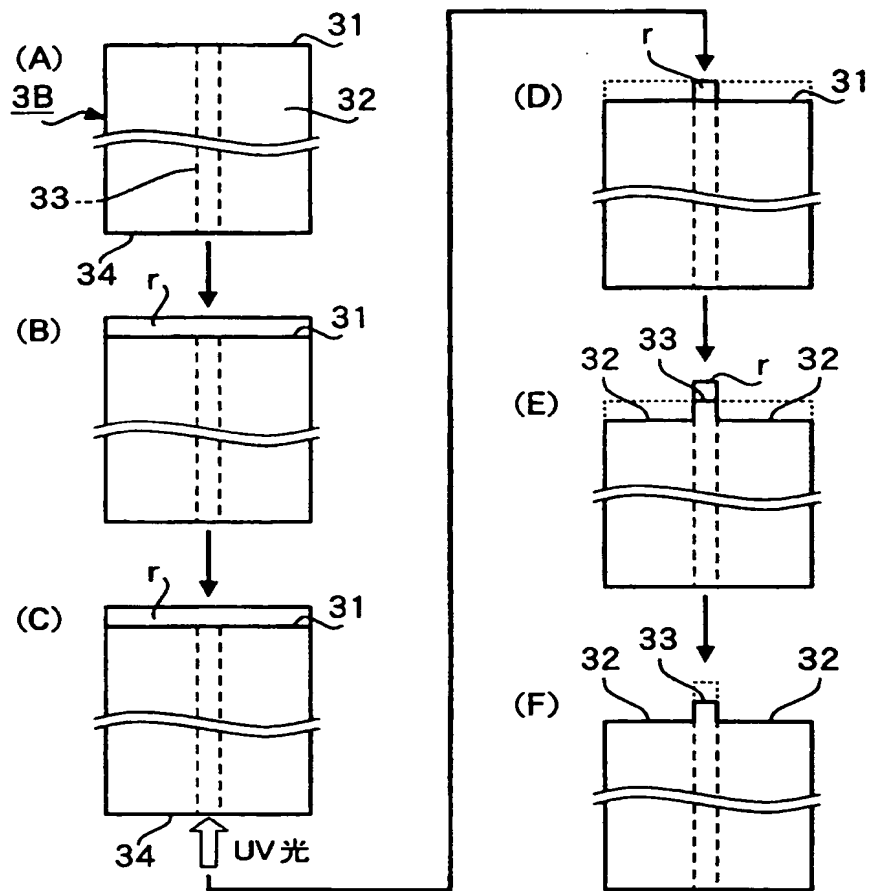


【図 4】

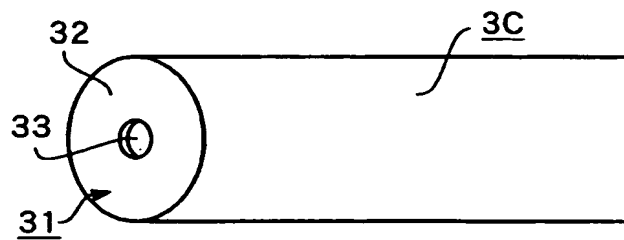




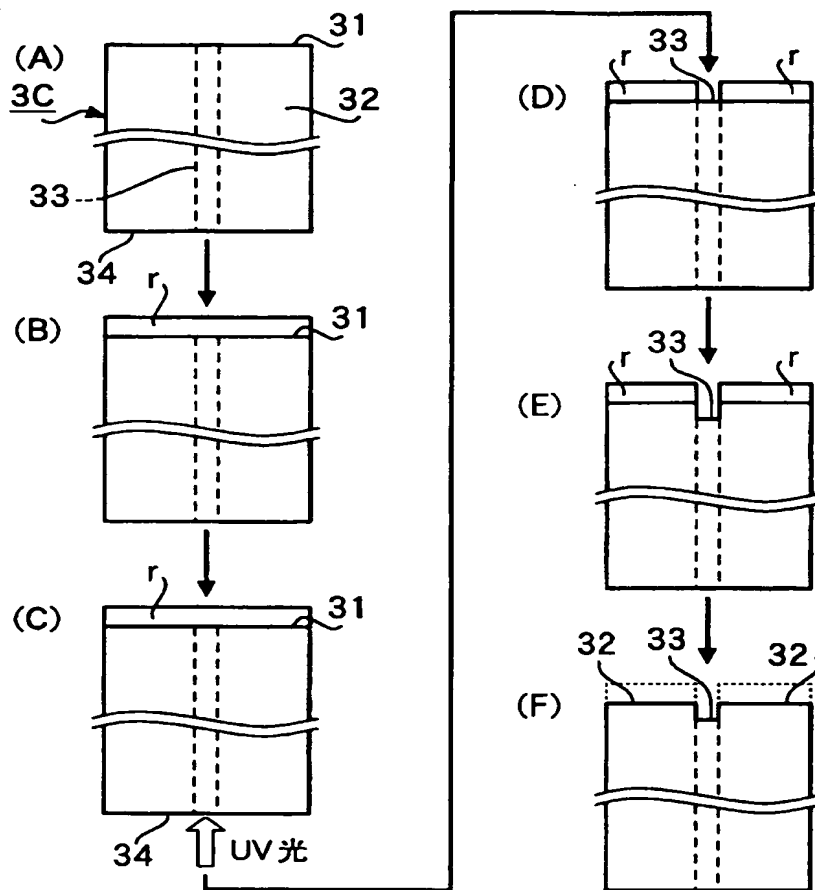
【図 5】



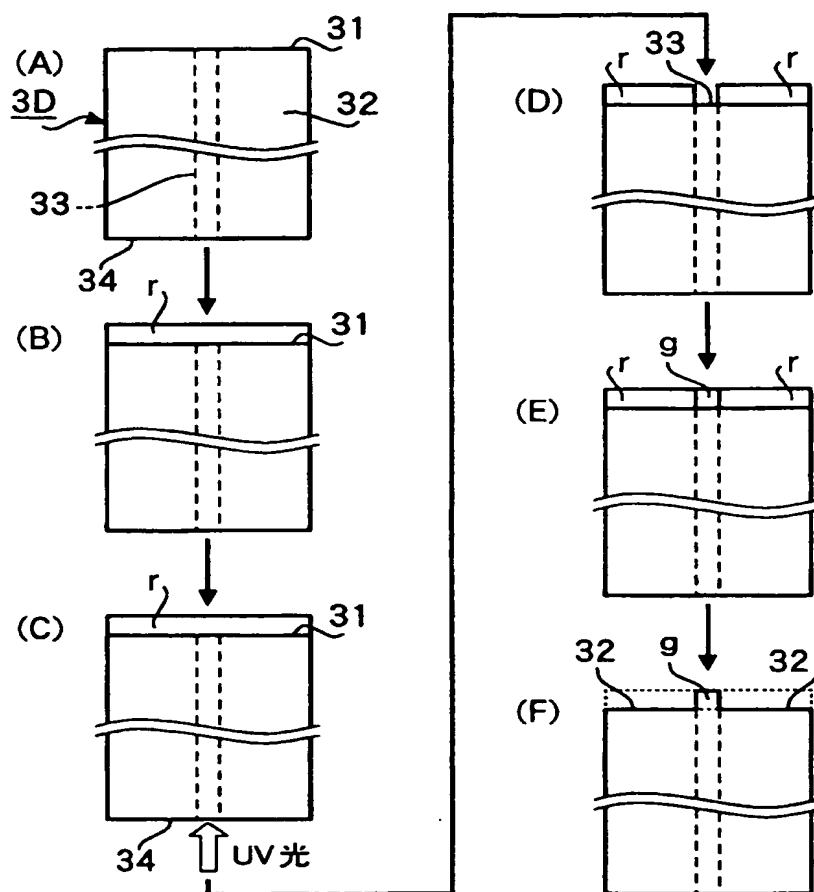
【図 6】



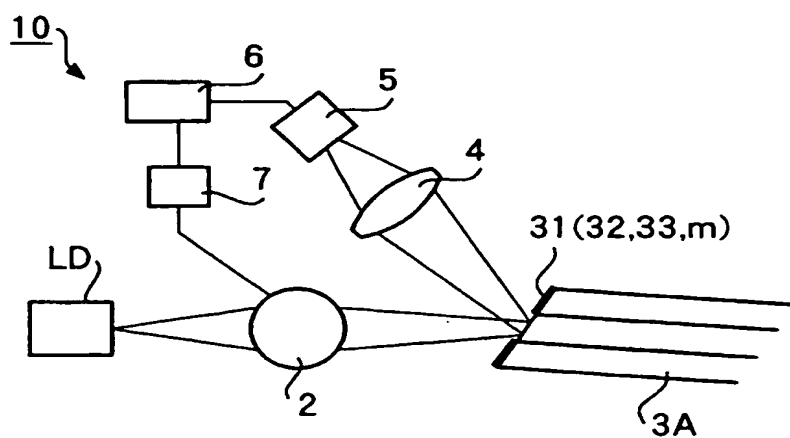
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 常時、LDからの光に関する位置決め処理を実行して、振動等の機械的条件の変化等の環境変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置の構成に最適な光ファイバの加工方法を提供すること。

【解決手段】 光ファイバの加工方法は、第一の端面における少なくともコア全域を含む一定領域に、レジストを略均一に塗布するレジスト塗布工程と、第二の端面側から光ファイバ内を通して特定の波長の光を所定時間照射することにより、第一の端面におけるコアに塗布されたレジストのみを露光した後、現像する露光／現像工程と、露光／現像工程によって残存するレジストを使用してコアとクラッドとの間に段差を形成する段差形成工程とを含む。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-327996
受付番号	50201705339
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年11月13日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年11月12日
-------	-------------

次頁無

出証特 2003-3070260

特願 2002-327996

出願人履歴情報

識別番号

[000000527]

- |          |                   |
|----------|-------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月10日       |
| [変更理由]   | 新規登録              |
| 住 所      | 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 |
| 氏 名      | 旭光学工業株式会社         |
|          |                   |
| 2. 変更年月日 | 2002年10月 1日       |
| [変更理由]   | 名称変更              |
| 住 所      | 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 |
| 氏 名      | ペンタックス株式会社        |

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 1 月    7 日  
Date of Application:

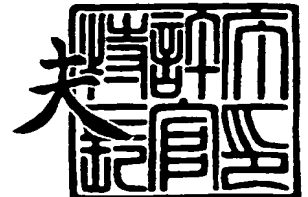
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 2 3 4 9 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 3 2 3 4 9 4 ]

出 願 人            ペンタックス株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 0 2 5 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 PX02P144

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

    【氏名】 伏見 正寛

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

    【氏名】 有本 昭

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

    【氏名】 飯間 光規

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

    【氏名】 小原 佳巳

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

    【氏名】 塚本 伸治

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

    【氏名】 伊藤 栄一



## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 藤田 共弘

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 水口 直志

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ペンタックス株式会社内

【氏名】 中西 良一

## 【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号

【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100078880

【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧1丁目24番1号 新都市センタービル 5F

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 松岡 修平

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023205

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の端面におけるクラッドの少なくとも一部領域が該クラッドよりも高い反射率を有する材料でコーティングされていることを特徴とする光ファイバ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光ファイバにおいて、  
前記少なくとも一部領域はコア近傍であって該コアを囲むようなドーナツ状の領域であることを特徴とする光ファイバ。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光ファイバにおいて、  
前記材料は、金属材料であることを特徴とする光ファイバ。

【請求項 4】 所定の端面において、コアとクラッドとの間に所定量の段差が形成されていることを特徴とする光ファイバ。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の光ファイバにおいて、  
前記コアは、前記クラッドよりも前記所定の端面から光ファイバの光軸方向へ突出していることを特徴とする光ファイバ。

【請求項 6】 請求項 4 に記載の光ファイバにおいて、  
前記コアは、前記クラッドよりも前記所定の端面から光ファイバの光軸方向へ凹んでいることを特徴とする光ファイバ。

【請求項 7】 請求項 4 から請求項 6 のいずれかに記載の光ファイバにおいて、  
前記コアの面と前記クラッドの面とは略平行な関係にあることを特徴とする光ファイバ。

【請求項 8】 前記所定量は、前記光ファイバが組み込まれる装置において使用される光の波長を  $\lambda$ 、媒質の屈折率を  $n$  とすると、略  $\lambda / (4n)$  よりも小さい値に設定される請求項 4 から請求項 7 のいずれかに記載の光ファイバ。

【請求項 9】 前記所定量は、略  $\lambda / (8n)$  に設定される請求項 8 に記載の光ファイバ。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信装置に使用される光ファイバに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

光通信装置は、LDで発光し情報による変調を施された光を光ファイバに伝達させる為の装置であり、LD、LDからの光を集光させるレンズ、光ファイバ等の光学部品から構成される。光ファイバ通信を加入者宅内に引き込む回線終端装置(ONU; Optical Network Unit)として使用される光通信モジュールでは、一般的に、送受信を一本の光ファイバで行う双方向型の通信に対応するため、光通信モジュール内にさらに受光素子や、異なる波長の光を分離するためのWDM(Wavelength Division Multiplex)フィルタ等が備えられる。

## 【0003】

上記のような光通信モジュールでは、LDからの信号光を光ファイバを介して送受信するため、該光をコアの略中心に入射させる必要がある。つまり、LDは、コア径が数 $\mu\text{m}$ の光ファイバに対して高精度で位置決めされなければならない。従来の位置決め方法は、光ファイバから射出された光の光量を検出し、該光量が所定レベル以上に達した状態をもって、コアの略中心にLDからの光が入射していると判断する。そして通常、これらの光学部品は、位置決め後、溶着あるいは接着剤を用いて堅固に固定される。

## 【0004】

しかしながら、上記従来の位置決め方法では、射出された光の光量が所定レベルに達していない場合、LDからの光の入射位置がコアの中心に対してどちらの方向にどれだけずれているのか判別することができない。そのため、光ファイバから射出された光の光量が所定レベルに達するまでLDからの光の入射位置と光ファイバのコア中心との相対的な位置合わせを試行錯誤で繰り返さなければならず非常に手間がかかり、時間的負担が大きかった。

## 【0005】

さらに、上記位置決め方法によって位置合わせが完了した後、接着剤を用いて

部品の相互位置を位置決め固定することによって光通信モジュールを構成したとしても、次のような問題点が残される。第1に、上記のように光通信モジュールを製造した場合、接着剤の収縮や加工による部品の変形や破壊等がありうるため、接着後、乾燥した後でなければ製品の良否を判定できない点である。また、このような光通信モジュールで高い歩留まりを達成することは比較的難しいと考えられる。第2に、性能に経時変化があった場合、修正することが不可能で、高精度での位置決めを維持することができないという点である。

#### 【0006】

上記の問題点を解決するために、光ファイバ入射面におけるLDからの光の入射位置を実際に検出して該入射位置がコア中心と一致するように位置決めすることが望まれる。そして光通信モジュールを、常時、LDからの光に関する位置決め処理が行われるように構成すればよい。そのためには、LDからの光の光ファイバ入射面における入射位置を高精度で検出できるとともに、光ファイバの入射面におけるコアとクラッドの境界を明確に判別することができるよう該入射面を加工しなければならない。

#### 【0007】

ここで、従来、端面を加工した光ファイバとして、下記の特許文献1や特許文献2に開示される内容が知られている。

#### 【0008】

##### 【特許文献1】

特開平5-107428号公報

##### 【特許文献2】

特開2001-305382号公報

#### 【0009】

上記各特許文献1、2は、光ファイバを光導波路等の他の光学部材と光学的に接続する際の光の伝播効率の向上を目的とするものである。そのため、各特許文献1、2は、光ファイバの一面におけるコア端部自体を凸形状にしたり、コア端部近傍に凸状部材（レンズ）を形成したりする加工方法について開示している。すなわち、該加工方法により加工された光ファイバは、他の光学部材と対向して

位置する射出面がレンズ加工されている。

#### 【0010】

しかし、コア自体を凸形状に加工された面を入射面として配設した場合、該凸形状部において光が散乱してしまい、LDからの光の入射位置を高精度で検出することができない。また、コア近傍に凸状部材が形成された光ファイバでは、コアとクラッドの境界を明確に判別することが不可能である。従って、各特許文献1、2に記載の光ファイバでは、高精度な位置検出および位置決めを実現することができない。

#### 【0011】

##### 【発明が解決しようとする課題】

以上の諸事情に鑑み、本発明は、常時、LDからの光に関する位置決め処理を実行して、振動等の機械的条件の変化等の環境変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置の構成に最適な光ファイバを提供することを目的とする。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本願発明に係る光ファイバは、所定の端面におけるクラッドの少なくとも一部領域が該クラッドよりも高い反射率を有する材料でコーティングされていることを特徴とする。

#### 【0013】

請求項1に記載の発明によれば、入射面においてコアに入射する光を妨げることなくコア以外の領域のみ反射率を高めた光ファイバを提供することができる。従って該光ファイバを使用すれば、常時あるいは定期的に検出される光量に基づいて光源からの光の入射面（入射面）における位置がコア中心に向かうように負帰還制御することができる光通信装置を提供することができる。このような光通信装置は、常時、位置決め処理を実行することができるため、環境変化や経時変化があっても高性能を維持することができる。

#### 【0014】

高い反射率を有する材料でコーティングされる領域は、クラッド全域であって

も良いし、コア近傍であって該コアを囲むようなドーナツ状の領域であってもよい（請求項 2）。また、反射率の高い材料としては、A l、C r 等の金属材料が好ましい（請求項 3）。

#### 【0 0 1 5】

請求項 4 に記載の光ファイバは、所定の端面において、コアとクラッドとの間に所定量の段差が形成されていることを特徴とする。具体的には、コアがクラッドよりも所定の端面に直交する方向へ突出するように該端面を加工しても良いし（請求項 5）、コアがクラッドよりも所定の端面に直交する方向へ凹むように加工しても良い（請求項 6）。このような段差は、第一の端面をフォトリソ技術やコーティング手法により形成可能である。

#### 【0 0 1 6】

請求項 4 に記載の光ファイバによれば、入射面の段差により発生する反射光の 1 次回折光の強度分布が明確に表れる光ファイバを提供することができる。従って、該光ファイバを使用すれば、常時あるいは定期的に検出される上記反射光の光強度分布に基づいて光源からの光の入射面（入射面）における位置がコア中心に向かうように負帰還制御することができる光通信装置が提供される。このような光通信装置は、常時、位置決め処理を実行することができるため、環境変化や経時変化があっても高性能を維持することができる。

#### 【0 0 1 7】

上記光強度分布をより高い精度で検出可能にするために、所定の端面において、コアの面とクラッドの面とは略平行な関係にあるように構成することが好ましい（請求項 7）。

#### 【0 0 1 8】

また上記の段差を規定する所定量は、光通信装置の光源からの光の波長を  $\lambda$ 、媒質の屈折率とすると、 $\lambda / (4 n)$  よりも小さい値をとる（請求項 8）。より好ましくは、回折光（入射面からの反射光）が検出のために一定の光強度を保持しながら制御に用いる 1 次回折光の強度分布が検出し易い  $\lambda / (8 n)$  に設定すると良い（請求項 9）。

#### 【0 0 1 9】

**【発明の実施の形態】**

図 1 は、第一実施形態の光ファイバ 3 A を示す。図 1 に示すように、第一実施形態の光ファイバ 3 A は、クラッド 3 2 とコア 3 3 から構成され、端面 3 1 を有する。光ファイバ 3 A は、光通信装置において、L D から照射された光が端面 3 1 に入射するように組み込まれる。そのため、以下の本文では、端面 3 1 は入射面 3 1 と記載する。なお、以下に説明する第二実施形態に示す光ファイバ 3 B、第三実施形態に示す光ファイバ 3 C についても同様である。

**【0 0 2 0】**

光ファイバ 3 A の入射面 3 1 において、クラッド 3 2 は略全域に鏡面 m が蒸着されている。クラッド 3 2 にのみ鏡面 m を形成する方法としては、コア 3 3 をレジストで覆った状態で C r、A u、A l 等の金属材料を蒸着させた後、残存していたレジストを該レジスト上に蒸着された鏡面とともに入射面 3 1 から剥離し、コア 3 3 を露出させればよい。

**【0 0 2 1】**

このように加工された光ファイバ 3 A を使用すれば、クラッド 3 2 に何ら加工を施さない従来の光ファイバよりも、入射面 3 1 の反射率を高めることが可能となる。従って、入射面 3 1 を L D からの光の入射面として、光ファイバ 3 A を光通信モジュールに配設すれば、鏡面 m (クラッド 3 2) に入射して反射した光の光量を検出することが可能になる。検出された光量に基づいて入射面 (入射面 3 1) における光の入射位置を負帰還制御すれば、該入射位置を高精度でコア 3 3 中心に合わせることが可能になる。

**【0 0 2 2】**

以上が第一実施形態の光ファイバ 3 A である。なお、加工された光ファイバを組み込む光通信装置、より具体的には該装置における位置検出システムの仕様によっては、鏡面 m は必ずしもコア 3 3 の全域にわたって施される必要はなく、コア 3 3 の近傍にのみ施されていればよい場合もありうる。そのような場合には、コア 3 3 をレジストで覆った状態で C r 等をコアおよびその近傍領域のみ蒸着すれば、図 2 に示すようなコア 3 3 近傍のクラッド 3 2 のみに鏡面 m が施され、ちょうどコア 3 3 を囲むドーナツ状の鏡面領域を備えた光ファイバ 3 A' を提供す



ることができる。

#### 【0023】

また、第一実施形態の光ファイバ3Aでは、鏡面mを形成することにより入射面31の反射率を高めている。しかし光ファイバ3Aは、Cr等の金属を蒸着させる代わりに、少なくともクラッドよりも高い反射率の材料等をコーティングして入射面31の反射率を高めることも可能である。

#### 【0024】

図3は、第二実施形態の光ファイバ3Bを示す。図3に示すように、光ファイバ3Bは、入射面31においてコア33がクラッド32の面に対して光ファイバの光軸方向に所定量突出し、かつ突出したコア33の面とクラッド32の面とが略平行になるようにフォトリソ技術を用いて加工されている。上記所定量は、突出したコア33の面とクラッド32の面の双方に光が入射した場合に、回折現象が起こるように $\lambda / (4n)$ よりも小さい値に設定される。但し、 $\lambda$ は入射する光の波長、 $n$ は媒質の屈折率である。本実施形態では、該媒質を空気と想定するため、上記所定量を $\lambda / 8$ に設定している。

#### 【0025】

上記形状のような入射面31を有する光ファイバ3Bは、入射面31がLDからの光の入射面となる状態で光通信モジュールに配設される。そしてLDからの光を入射面31に入射させると、0次光や1次光などの強度の異なる反射回折光が得られる。該反射光を検出することにより得られた光強度分布に基づいて、入射位置を負帰還制御すれば入射面31における光の入射位置を高精度でコア33中心に合わせることが可能になる。

#### 【0026】

上記のような入射面における光の光強度分布に基づく位置検出は、何ら加工を施さない従来の光ファイバを使用した光通信モジュールでは実行することはできない。また、特許文献1、2の加工方法によってレンズを一体形成された光ファイバでは、加工した面（射出面）においてコア（コア近傍）が凸レンズ状になっている。そのため、仮に加工した面を入射面として光通信モジュールに配設しても上記のような回折効果を有効に得ることができないため、やはり光の光強度分

布に基づく高精度な位置検出および位置決めをすることができない。より詳しくは、特許文献 1 に開示される光ファイバは、クラッドとコアの溶解差を利用して製造されているため、本来溶解すべきではないコアも溶解されている。そのため該光ファイバは、光伝送効率が悪くなり、通常の光通信には適していない。また、特許文献 2 に開示される光ファイバは、製造方法にコストがかさむだけでなく、歩留まりも悪いという欠点も残している。

#### 【0027】

以上が第二実施形態の光ファイバ 3 B の説明である。図 4 は、第三実施形態の光ファイバ 3 C を示す。図 4 に示すように、光ファイバ 3 C は、入射面 3 1 においてコア 3 3 がクラッド 3 2 の面に対して光ファイバの光軸方向に所定量凹んでおり、かつ凹んだコア 3 3 の面とクラッド 3 2 の面とが略平行になるようにフォトリソ技術を用いて加工される。上記所定量は、第二実施形態と同様に、 $\lambda/4$  よりも小さい値に設定されることが好ましい。本実施形態の光ファイバ 3 C は、光ファイバ 3 B と同様、 $\lambda/8$  に設定されている。

#### 【0028】

第二実施形態の光ファイバ 3 B および第三実施形態の光ファイバ 3 C は、エッチングすることによってコア 3 3 とクラッド 3 2 との間に段差を形成している。しかし、エッチング工程以外の工程であっても段差を形成することが可能である。例えば、露光／現像工程を経た光ファイバ 3 B の場合、レジストが除去された領域つまりクラッド 3 2 に、第一実施形態で使用した金属材料のような比較的高い反射率を有する材料をコーティングすることにより段差を形成することもできる。また、露光／現像工程を経た光ファイバ 3 C の場合、レジストが除去された領域、つまりコア 3 3 に該コア 3 3 と同一材料、または該領域の屈折率と略同一の屈折率を有する材料でコーティングすることにより段差を形成することも可能である。コーティングする厚みは段差分、すなわち  $\lambda/8$  である。そして、レジストを剥離する（リフトオフ手法）ことにより、図 3 または図 4 に示すような、コア 3 3 とクラッド 3 2 に段差を有する光ファイバ 3 B、3 C を提供することができる。

#### 【0029】

なお、上述した光ファイバ3Bおよび光ファイバ3Cは、どちらも入射面31が光ファイバの光軸方向と直交している。従って、図3に示すコア33の突出方向や図4に示すコア33の凹む方向は、入射面31と直交する方向ともいえる。しかし、光ファイバ3Bは、該光ファイバ3Bが実装される光通信モジュールの他の構成部材との配置関係において、入射面31を光軸方向と直交しないように形成することも可能である。図5は、光軸方向に対して斜めに傾く入射面31を有する光ファイバ3Dの入射面31近傍の拡大図である。図5に示すように、光軸方向に対して斜めに傾く入射面31を有する光ファイバ3Dの場合、入射面31と直交する方向（図5中破線）と光軸方向（図5中一点鎖線）とは一致しなくなる。以上より、上記各実施形態では、光ファイバ3Bや3Cのように段差を有する光ファイバにおいて、コア33の突出方向（凹む方向）は、光軸方向と説明している。

#### 【0030】

上記のように加工された光ファイバ3A、3B、3Cを、例えば以下のような光通信モジュールに搭載することにより、該光通信モジュールは、LDからの光の入射面31における入射位置をコア33の中心に高精度で合わせる位置決め処理を常時実行可能になる。

#### 【0031】

図6は、光ファイバ3Aを搭載した光通信モジュール10の構成を表す図である。光通信モジュール10は、光ファイバー通信を加入者宅内に引き込むONUとして用いられる。例えば光通信モジュール10は、一本の光ファイバで上り信号として波長 $1.3\mu\text{m}$ を送信し、下り信号として $1.5\mu\text{m}$ の信号を受信するように構成された、双方向のWDM伝送に対応した光通信モジュールである。なお、図6に示す光ファイバ3Aは、図5に示す光ファイバ3Dと同様に光軸方向に対して斜めに傾く入射面31を有する。

#### 【0032】

送信用の信号光の光源であるレーザLDは面発光レーザであり、送信用の情報によって変調されるように構成されている。レーザLD、第一集光レンズ2、および光ファイバ3Aは、共通の光軸上に配置される。光ファイバ3Aは、入射面

31が第一集光レンズ2と対向するように配設される。つまり、入射面31はLDからの光が入射する面に相当する。レーザLDで発光された波長 $1.3\mu\text{m}$ の送信光は、第一集光レンズ2によって光ファイバ3の入射面（入射面）31に向けて集光される。集光された送信光は、光ファイバを介して受信側の光通信モジュール（不図示）に伝送される。

#### 【0033】

以下、光通信モジュール10における、光ファイバ3Aの入射面31に入射する送信用の信号光の位置決め処理に関して概説する。本実施形態の光通信モジュール10は、上記のレーザLD、第一集光レンズ2、および光ファイバ3Aと、第二集光レンズ4、光検出器5、コントローラ6、アクチュエータ7を備える。

#### 【0034】

上述したように、レーザLDで発光された光は、第一集光レンズ2を介して光ファイバ3Aの入射面31に入射する。入射面31によって反射した反射光は第二集光レンズ4に入射する。第二集光レンズ4は、該反射光を集光し、光検出器5に導く。光検出器5は、入射面31と共役な位置に配設されている。つまり、光ファイバの中心で反射した反射光は光検出器5の受光面の略中心に入射する。

#### 【0035】

光検出器5は、受光面が該受光面の中心で互いに直交して延出する2本の境界線によって4つのエリアに分割された4分割フォトダイオードである。光検出器5は、入射する光の光量変化をエリアごとの光量データとしてコントローラ6に送信する。

#### 【0036】

なお、厳密には、コア33の反射率はクラッド32（鏡面m）の反射率よりも低い。従って、コア33で反射した光に関する受光量は微量であるために正確に検出できないおそれがある。そこで、本実施形態の光検出器5は、受光面において、コア33で反射した光が入射する領域の感度を高めてコア33で反射した光の光量を高精度で検出可能にしている。

#### 【0037】

コントローラ6は、各エリアの光量データを受信すると、各光量データに基づ

いてLDからの光がコア33の中心に入射するように負帰還制御する。具体的には、コントローラ6は、各エリアに入射した光の光量差がなくなるまで、アクチュエータ7を介して第一集光レンズ2を駆動して、入射面31上において光源からの光の入射位置を移動させる。各エリアに入射した光の光量差がなくなれば、LDからの光がコア33の中心位置に入射している。

#### 【0038】

なお、上述した位置決め処理は、光通信モジュール10製造時の初期調整で行われるだけでなく、光通信モジュール10の電源投入後、光通信を行っている間も常時実行される。すなわち、光検出器5は光通信中は常時LDからの光を受光するため、コントローラ6は、光検出器5から常時送信される光量データに基づいて各エリアの光量差がなくなるように位置決め処理を実行することができる。

#### 【0039】

以上が、光ファイバ3Aを搭載した光通信モジュール10の位置決め処理の説明である。なお、光通信モジュール10の構成は、光ファイバ3Aのかわりに光ファイバ3Bや光ファイバ3Cを搭載することによっても、上記と同様の位置決め処理を実行することができる。但し、光ファイバ3Bや光ファイバ3Cを使用した場合、コントローラ6は、受光面における各エリアの光量差をなくすように負帰還制御するのではない。コントローラ6は、入射面31で反射した光の光強度分布が、コア33中心にLDからの光が入射したときに得られる所定の分布と一致するように負帰還制御する。なお、光ファイバ3Bや光ファイバ3Cを使用した場合には、光検出器5は、入射面31と共役な位置に配置するには及ばない。

#### 【0040】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、光通信装置に搭載されるときにLDからの光が入射する側の面に、該光の入射位置に関する高精度な位置決め処理を可能とする加工が施された光ファイバが提供される。つまり、本発明によれば、常時LDからの光に関する位置決め処理を実行することにより、環境変化や経時変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置の構成に最適な光ファイ

バを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第一実施形態の光ファイバを示す。

【図 2】

第二実施形態の光ファイバを示す。

【図 3】

第三実施形態の光ファイバを示す。

【図 4】

第四実施形態の光ファイバを示す。

【図 5】

第四実施形態の光ファイバを示す。

【図 6】

第一実施形態の加工方法により加工された光ファイバを搭載した光通信モジュールの構成を表す図である。

【符号の説明】

3 A、3 B、3 C、3 D 光ファイバ

3 1 入射面

3 2 ウラッド

3 3 コア

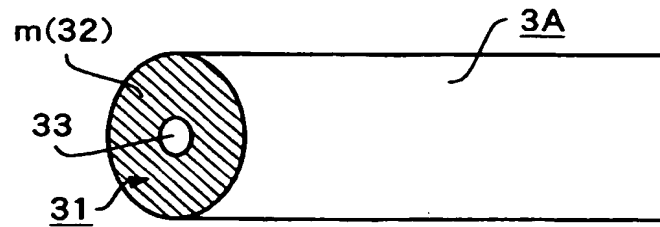
m 鏡面

1 0 光通信モジュール

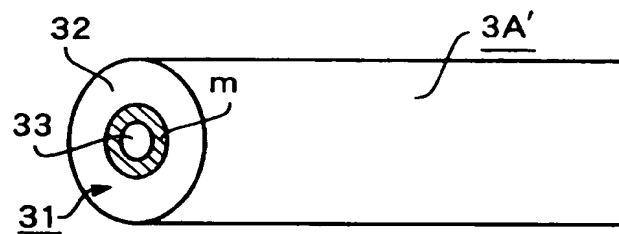
【書類名】

図面

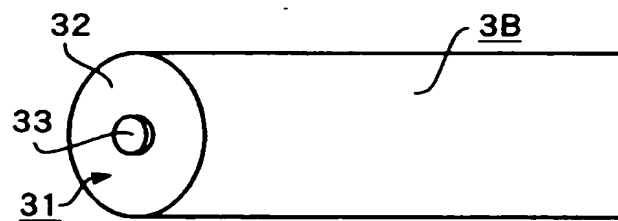
【図 1】



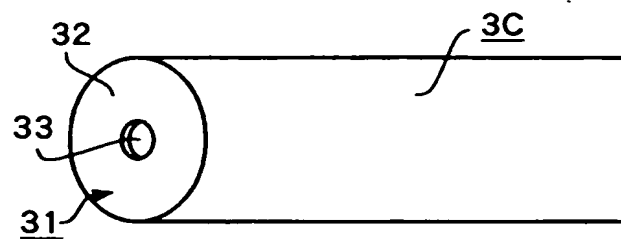
【図 2】



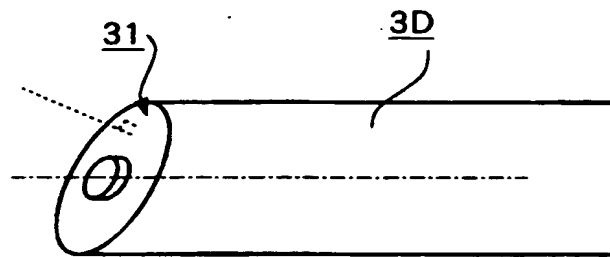
【図 3】



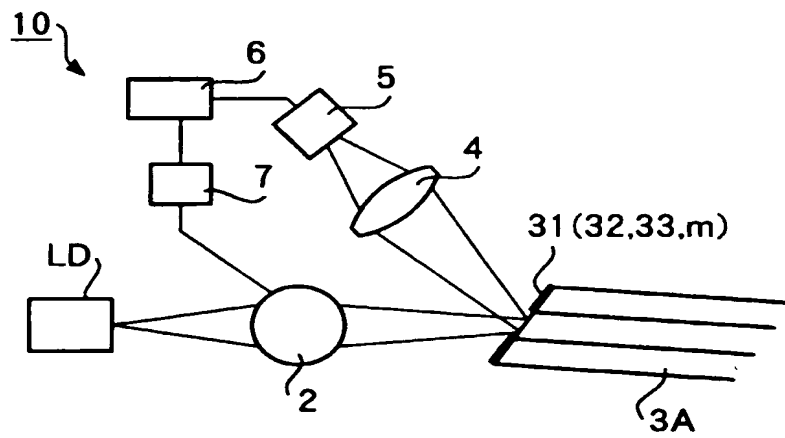
【図 4】



【図 5】



【図 6】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 常時、LDからの光に関する位置決め処理を実行して、振動等の機械的条件の変化等の環境変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置の構成に最適な光ファイバを提供すること。

【解決手段】 光ファイバは、所定の端面におけるクラッドの少なくとも一部領域が該クラッドよりも高い反射率を有する材料でコーティングされる構成にした。また光ファイバは、所定の端面において、コアとクラッドとの間に所定量の段差が形成されている構成にした。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-323494
受付番号	50201681039
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年11月 8日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年11月 7日

次頁無

特願 2002-323494

出願人履歴情報

識別番号

[000000527]

- |          |                   |
|----------|-------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月10日       |
| [変更理由]   | 新規登録              |
| 住 所      | 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 |
| 氏 名      | 旭光学工業株式会社         |
|          |                   |
| 2. 変更年月日 | 2002年10月 1日       |
| [変更理由]   | 名称変更              |
| 住 所      | 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 |
| 氏 名      | ペンタックス株式会社        |

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年11月 5日

出願番号  
Application Number: 特願2002-320864  
[ST. 10/C]: [JP2002-320864]

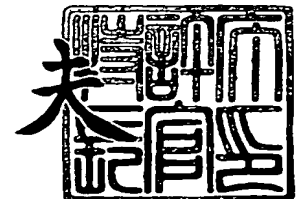
出願人  
Applicant(s): ペンタックス株式会社



2003年11月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3094704

**【書類名】** 特許願

**【整理番号】** PX02P129

**【あて先】** 特許庁長官 殿

**【国際特許分類】** G02B 6/00  
H04B 10/12

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

**【氏名】** 伏見 正寛

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

**【氏名】** 有本 昭

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

**【氏名】** 塚本 伸治

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社内

**【氏名】** 水口 直志

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000000527

**【住所又は居所】** 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

**【氏名又は名称】** ペンタックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078880

【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4 番 1 号 新都市センタービル 5 F

【弁理士】

【氏名又は名称】 松岡 修平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023205

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信装置および位置決め方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報が含められた光を照射する光源と、

前記光の入射する入射面の少なくともコアの近傍が該コアよりも高い反射率を有する光ファイバと、

前記光源からの光が前記光ファイバの入射面上において形成するスポットを、第一の方向および該第一の方向とは異なる第二の方向に移動させる移動手段と、

受光面の略中心を通る非平行の二本の境界線によって分割された 4 つの光量検出エリアを備え、前記入射面によって反射した反射光の光量を前記光量検出エリアごとに検出する光量検出手段と、

4 つの前記光量検出エリアにおいて検出される各光量が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御する制御手段と、を有することを特徴とする光通信装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光通信装置において、前記制御手段は、

一方の境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とを比較して二つの前記和が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御するとともに、

もう一方の境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とを比較して二つの前記和が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御することを特徴とする光通信装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光通信装置において、

前記光量検出手段は、各境界線の延出方向と第一の方向または第二の方向とが略一致するように配設され、

前記制御手段は、第一の方向に延出する境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とが所定の比率になるように前記移動手段を

駆動制御して前記スポットを第二の方向に移動させるとともに、第二の方向に延出する境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とが所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御して前記スポットを前記第一の方向に移動させることを特徴とする光通信装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の光通信装置において、

前記制御手段は、任意に抽出した二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御することを特徴とする光通信装置。

【請求項 5】 請求項 1 または 4 に記載の光通信装置において、

前記光量検出手段は、各境界線の延出方向が、第一の方向または第二の方向となす角をほぼ二等分するように配設され、

前記制御手段は、前記受光面の略中心を基準として第一の方向に点対称な位置にある二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御して前記スポットを X 方向に移動させるとともに、前記受光面の略中心を基準として第二の方向に点対称な位置にある二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が所定の比率になるように前記移動手段を駆動制御して前記スポットを第二の方向に移動させることを特徴とする光通信装置。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の光通信装置において、

前記所定の比率とは、比較対象が 1 対 1 であることを特徴とする光通信装置。

【請求項 7】 請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の光通信装置において、

前記光ファイバの少なくとも前記コアの近傍は、鏡面が蒸着されることにより高い反射率を有することを特徴とする光通信装置。

【請求項 8】 請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の光通信装置において、前記各光量検出エリアは、

少なくとも前記コアの近傍で反射した光が入射する外部領域と、前記光ファイ



バのコアで反射した光が入射する内部領域とを有し、

前記内部領域の感度は、前記外部領域の感度よりも高く設定されていることを特徴とする光通信装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の光通信装置において、

特定の光量検出エリア  $Z_m$  (但し、 $m$  は 1 ～ 4 までの整数) における前記外部領域の感度を  $a_m$ 、該外部領域における受光量を  $A_m$ 、前記内部領域の感度を  $b_m$ 、該内部領域における受光量を  $B_m$  とすると、特定の光量検出エリア  $Z_m$  における総受光量  $L_m$  は、以下の式 (1)、

$$L_m = A_m + \alpha B_m \cdots (1)$$

但し、 $\alpha = b_m / a_m$

によって表されることを特徴とする光通信装置。

【請求項 10】 請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の光通信装置において、前記移動手段は、

前記光源からの光の光路中に配設され、該光を前記入射面に集光させる第一集光レンズと、

前記第一集光レンズを前記第一の方向に駆動する第一の駆動手段と、

前記第一集光レンズを前記第二の方向に駆動する第二の駆動手段と、を有することを特徴とする光通信装置。

【請求項 11】 請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の光通信装置は、

前記光ファイバの入射面で反射した反射光を前記光量検出手段の受光面に集光する第二集光レンズをさらに有し、

前記入射面と前記受光面は、前記第二集光レンズに対して共役であることを特徴とする光通信装置。

【請求項 12】 光源からの光を、光ファイバを介して伝送する光通信装置において、前記光の光ファイバへの入射位置を決める位置決め方法であって、

前記光源からの光のうち前記光ファイバの入射面で反射した反射光の光量を、受光面の略中心を通り非平行の二本の境界線によって分割された 4 つの光量検出エリアを備える光量検出手段によって検出し、

4 つの前記光量検出エリアによって検出される光量が所定の比率になるように

前記光ファイバの入射面上における前記スポットの位置を決定する位置決め方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信装置における半導体レーザ（以下、LDと記す）と光ファイバとの位置検出の構成に関する。

【0002】

【従来の技術】

光通信装置は、LDで発光し情報による変調を施された光を光ファイバに伝達させる為の装置であり、LD、LDからの光を集光させるレンズ、光ファイバ等の光学部品から構成される。光ファイバー通信を加入者宅内に引き込む回線終端装置（ONU；Optical Network Unit）として使用される光通信モジュールでは、一般的に、送受信を一本の光ファイバで行う双方向型の通信に対応するため、光通信モジュール内にさらに受光素子や、異なる波長の光を分離するためのWDM（Wavelength Division Multiplex）フィルタ等が備えられる。

【0003】

このような光通信モジュールでは、LDからの光を光ファイバのコアの略中心に集光させるため、LDは、コア径が数 $\mu$ mの光ファイバに対して高精度で位置決めされる。そして通常、これらの光学部品は溶着あるいは接着剤を用いて堅固に固定される。従来の位置決め方法としては、例えば、下記の特許文献1に開示される。

【0004】

【特許文献1】

特開平6-94947号公報

【0005】

特許文献1に開示される位置決め方法によれば、光ファイバから射出された光の光量を検出し、最も該光量が多い状態をもって、コアの略中心にLDからの光が入射していると判断する。

## 【0006】

しかしながら、一般にファイバ入射面におけるコア部とクラッド部の境界を判別するのは困難である。そのため、光ファイバから射出された光の光量が検出されるまでLDと光ファイバの相対的な位置合わせを試行錯誤で繰り返さなければならず手間がかかり、時間的負担が大きかった。

## 【0007】

さらに、接着剤を用いて部品の相互位置を位置決め固定することによって光通信モジュールを構成したとしても、次のような問題点が残される。第1に、上記のように光通信モジュールを製造した場合、接着剤の収縮や加工による部品の変形や破壊等がありうるため、接着後、乾燥した後でなければ製品の良否を判定できない点である。また、このような光通信モジュールで高い歩留まりを達成することは比較的難しいと考えられる。第2に、性能に経時変化があった場合、修正することが不可能で、高精度での位置決めを維持することができないという点である。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

以上の諸事情に鑑み、本発明は、振動等の機械的条件の変化等の環境変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置、さらには簡易にかつ短時間で光ファイバの入射面におけるコアの位置にLDからの光を高い精度をもって入射させることができる位置決め方法を提供することを目的とする。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本願発明に係る光通信装置は、情報が含められた光を照射する光源と、光の入射する入射面の少なくともコアの近傍が該コアよりも高い反射率を有する光ファイバと、光源からの光が光ファイバの入射面上において形成するスポットを、第一の方向および該第一の方向とは異なる第二の方向に移動させる移動手段と、受光面の略中心を通る非平行の二本の境界線によって分割された4つの光量検出エリアを備え、入射面によって反射した反射光の光量を光量検出エリアごとに検出する光量検出手段と、4つの光量検出エリアにおいて

検出される各光量が所定の比率となるように移動手段を駆動制御する制御手段と、を有することを特徴とする。

#### 【0 0 1 0】

請求項 1 に記載の発明によれば、短時間かつ簡易に光ファイバの入射面上におけるコアの位置を検出することができる。また、上記構成により、常時あるいは定期的に検出される光量に基づいて光源からの光の光ファイバ入射面における位置がコア中心に向かうように負帰還制御することができるため、環境変化や経時変化があっても高性能を維持できる光通信装置が提供される。また請求項 1 に記載の発明は、少なくともコア近傍のクラッド部が高い反射率を有するように加工された光ファイバを使用することにより、コアとコア以外の領域（クラッド）との反射率の差を顕著にしてクラッドでの反射光の光量検出の精度を向上させている。従って、より精度の高い位置決めを行うことができる。

#### 【0 0 1 1】

さらに、上記特許文献 1 に開示される方法では、高精度での位置決めが実行されるように、高価な超精密ステージ、ホルダー、さらには射出側に設けられる光検出器を高精度で保持する治具等が必要とされた。これらのステージ等は位置ずれしないように上記の各光学部品を堅固に固定する際にも必要とされる。従って、特許文献 1 に例示される従来の位置決めシステムは高価かつ複雑な構成になっていた。しかし、請求項 1 に記載の発明によれば、超精密なステージ等は不要となり、簡素かつ安価な光通信装置が提供される。

#### 【0 0 1 2】

ここで、上記制御手段は、一方の境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とを比較して二つの和が等しくなるように前記移動手段を駆動制御するとともに、もう一方の境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とを比較して二つの和が等しくなるように前記移動手段を駆動制御することができる（請求項 2）。

#### 【0 0 1 3】

より好ましくは、光量検出手段が、各境界線の延出方向と第一の方向または第二の方向とが略一致するように配設される。これにより、上記制御手段は、第一の方向に延出する境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とが等しくなるように移動手段を駆動制御してスポットを第二の方向に移動させることができる。同時に、第二の方向に延出する境界線を基準として、一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和ともう一方の側にある二つの光量検出エリアにおける各検出光量の和とが等しくなるように移動手段を駆動制御してスポットを第一の方向に移動させることができる（請求項 3）。このような構成により、迅速に光ファイバの入射面におけるコアの位置に LD からの光を高い精度をもって入射させることができる。

#### 【0 0 1 4】

なお、各境界線の延出方向と第一の方向または第二の方向とが略一致するとは、LD から照射され光ファイバ入射面で反射した光の光路を展開し一直線状にしたと仮定した場合において略一致することを意味する。以下の本文においても同様である。

#### 【0 0 1 5】

別の観点からは、制御手段は、任意に抽出した二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が等しくなるように前記移動手段を駆動制御することも可能である（請求項 4）。

#### 【0 0 1 6】

より好ましくは、光量検出手段を、各境界線の延出方向と、第一の方向または第二の方向とがなす角をほぼ二等分するように配設する。このような構成により、上記制御手段は、受光面の略中心を基準として第一の方向に点対称な位置にある二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が等しくなるように移動手段を駆動制御してスポットを X 方向に移動させるとともに、受光面の略中心を基準として第二の方向に点対称な位置にある二つの光量検出エリアにおける検出光量を比較して各検出光量が等しくなるように移動手段を駆動制御してスポットを第二の方向に移動させることができる（請求項 5）。

## 【0017】

ここで、各光量検出エリアの感度がどれも略同一である場合には、上記所定の比率を等しく設定すれば所定の比率を決定する際のリファレンス作業を省略することができる（請求項6）。さらに請求項7に記載の発明によれば、上記光ファイバの少なくとも前記コアの近傍は、鏡面が蒸着されることにより高い反射率を有している（請求項7）。

## 【0018】

また上記特徴に鑑み、光量検出手段は、光ファイバのコアで反射した光が入射する領域が、他の領域、つまりクラッドで反射した光が入射する領域の感度よりも高い感度を有するように構成されることが望ましい（請求項8）。これにより、反射率の低いコアで反射した光の光量も正確に検出され、より一層精度の高い位置決めが実現される。

## 【0019】

より詳しくは、特定の光量検出エリア  $Z_m$ （但し、 $m$ は1～4までの整数）における外部領域の感度を  $a_m$ 、該外部領域における受光量を  $A_m$ 、内部領域の感度を  $b_m$ 、該内部領域における受光量を  $B_m$  とすると、特定の光量検出エリア  $Z_m$  における総受光量  $L_m$  が、以下の式（1）、

$$L_m = A_m + \alpha B_m \cdots (1)$$

但し、 $\alpha = b_m / a_m$

によって求められるように光量検出手段を構成することが好ましい（請求項9）。

## 【0020】

上記移動手段としては、光源からの光の光路中に配設され、該光を入射面に集光させる第一集光レンズを第一の方向および第二の方向に移動させることが考えられる。すなわち、請求項7に記載の発明によれば、上記移動手段は、該第一集光レンズと、第一集光レンズを第一の方向に駆動する第一の駆動手段と、第一集光レンズを第二の方向に駆動する第二の駆動手段と、を有することが望ましい（請求項10）。なお、上記移動手段としては、他にも、光源を第一の方向および第二の方向に駆動する手段を備える構成にすることもできるし、光路上光源と光

ファイバ間に頂角可変プリズムを配置する構成にすることもできる。

#### 【0021】

なお、光ファイバの入射面で反射した光を光量検出手段の受光面に集光させる第二集光レンズを配設することが好ましい。その際、該入射面と該受光面とは、第二集光レンズに対して共役な関係にすることにより、光量検出手段で検出される光のコントラストが向上するため、検出精度をあげることができる（請求項1）。

#### 【0022】

また、本発明に係る位置決め方法は、光源からの光を、光ファイバを介して伝送する光通信装置において、前記光の光ファイバへの入射位置を決める位置決め方法である。具体的には、光源からの光のうち光ファイバの入射面で反射した反射光の光量を、入射面と共役な位置に配設され、受光面の中心を通して互いに直交する二本の境界線によって等分割された4つの光量検出エリアを備える光量検出手段によって検出する。そして、4つの光量検出エリアによって検出される光量が全て等しくなるように光ファイバの入射面上におけるスポットの位置を決定する。

#### 【0023】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第1の実施形態としての光通信モジュール10の構成を表す図である。光通信モジュール10は、光ファイバー通信を加入者宅内に引き込むONUとして用いられる。例えば光通信モジュール10は、一本の光ファイバで上り信号として波長 $1.3\mu\text{m}$ を送信し、下り信号として $1.5\mu\text{m}$ の信号を受信するように構成された、双方向のWDM伝送に対応した光通信モジュールである。

#### 【0024】

送信用の信号光の光源であるレーザLDは面発光レーザであり、送信用の情報によって変調されるように構成されている。レーザLD、第一集光レンズ2、および光ファイバ3は、共通の光軸上に配置され、レーザLDで発光された波長 $1.3\mu\text{m}$ の送信光は、第一集光レンズ2によって光ファイバ3の入射面3aに向

けて集光される。集光された送信光は、光ファイバを介して受信側の光通信モジュール（不図示）に伝送される。

#### 【0025】

以下、光通信モジュール10における、光ファイバ3の入射面3aに入射する送信用の信号光の位置決め処理に関して説明する。本実施形態の光通信モジュール10は、上記のレーザLD、第一集光レンズ2、および光ファイバ3と、第二集光レンズ4、光検出器5、コントローラ6、アクチュエータ7を備える。

#### 【0026】

上述したように、レーザLDで発光された光は、第一集光レンズ2を介して光ファイバ3の入射面3aに入射する。入射面3aは、クラッド3b、コア3cを備える。なお、本明細書では、説明の便宜上、コア3cの中心は光ファイバ3の中心と一致するものとする。クラッド3bの略全域には、反射率を高めてより精度の高い光量検出を実現するために、ミラー面3dが蒸着されている。ここで、入射面3aで反射する光を第二集光レンズ4（光検出器5）に導くため、光ファイバ3は、入射面3aとレーザLDから照射された光の光路とが直交しないように配設される。本実施形態では、光ファイバ3の延出方向と直交する面以外の面で切断した光ファイバ3を使用することにより、光ファイバ3を水平に配設したときに入射面3aが該光路と直交しないようにしている。これにより、入射面3aで反射した光が入射面3aに入射する光の光路と同一経路を進むことが無くなり、光分岐素子等の光学部材を該光路中に配設する必要が無くなる。つまり、光通信モジュール10の構成を簡素化することができる。

#### 【0027】

光ファイバ3の入射面3aによって反射した反射光は第二集光レンズ4に入射する。第二集光レンズ4は、該反射光を集光し、光検出器5に導く。光検出器5は、第二集光レンズ4に対して光ファイバ3の入射面3aと共役な位置に配設されている。つまり、光ファイバの中心で反射した反射光は光検出器5の受光面の略中心に入射する。光検出器5は、入射する光の光量変化に関する光量データをコントローラ6に送信する。

#### 【0028】



コントローラ 6 は、アクチュエータ 7 を介して第一集光レンズ 2 を駆動制御することにより、光ファイバ 3 の入射面 3 a 上において光源からの光が形成するスポットの位置を移動させることができる。ここで、アクチュエータ 7 は、コントローラ 6 の制御下、第一集光レンズ 2 を、該レンズ 2 の光軸に垂直な面内の一つの軸方向（X 方向）および該 X 方向とは異なる Y 方向で移動させる。本実施形態では、便宜上、X 方向と Y 方向は互いに直交するものとして説明する。つまり、上記スポットは、該レンズ 2 の駆動する方向に応じて入射面 3 a 上を X 方向または Y 方向に移動する。なお、本明細書では上記第一集光レンズ 2 の駆動方向（X 方向、Y 方向）を基準として位置関係および方向を説明する。

#### 【0029】

図 2 は、光検出器 5 の受光面の構成を表す図である。光検出器 5 の受光面は、中心 C を通り X 方向に延出する第一の境界線と中心 C を通り Y 方向に延出する第二の境界線とによって 4 つの光量検出エリア Z 1 ～ Z 4 に等分割されている。また、各光量検出エリア Z 1 ～ Z 4 はそれぞれ、クラッド 3 b で反射した光が入射する外部領域 o 1 ～ o 4 と、コア 3 c で反射した光が入射する内部領域 i 1 ～ i 4 とから構成される。なお、本実施形態では装置に組み込む際の利便性や位置決め処理の簡易化を図るために上記のような光検出器 5 の構成を採用しているが、本発明を実施するにあたっては、上記構成以外の光検出器 5 を使用することも可能である。例えば、各エリア Z 1 ～ Z 4 は等分割されていなくてもよい。また第一の境界線と第二の境界線は非平行であればよく、必ずしも X 方向および Y 方向と一致する、換言すれば二本の境界線が直交しなくてもよい。

#### 【0030】

ここで、コア 3 c の反射率はクラッド 3 b の反射率よりも極めて低い。そのため、内部領域 i 1 ～ i 4 での受光量が微量となり、後述するコントローラ 6 が行う位置決めに関する制御が正確に行われずおそれがある。そこで、本実施形態では、外部領域 o 1 ～ o 4 との関係において、内部領域 i 1 ～ i 4 の感度を高めることにより、コア 3 c で反射した光の光量を高精度で検出可能にしている。

#### 【0031】

すなわち、特定の光量検出エリア Z m（但し、m は 1 ～ 4 のいずれかの整数）

において、外部領域  $o_m$  の感度を  $a_m$ 、該外部領域  $o_m$  における受光量を  $A_m$ 、内部領域  $i_m$  の感度を  $b_m$ 、該内部領域  $i_m$  における受光量を  $B_m$  とする。特定の光量検出エリア  $Z_m$  は、特定の光量検出エリア  $Z_m$  における総受光量  $L_m$  が、以下の式 (1)、

$$L_m = A_m + \alpha B_m \cdots (1)$$

但し、 $\alpha = b_m / a_m$

を満たすように設定される。

#### 【0032】

コントローラ 6 は、各光量検出エリア  $Z_1 \sim Z_4$  において検出された光量に対応する光量データを受信すると、各光量データに基づいて、入射面 3a 上におけるスポットの位置（つまり LD からの光の入射面 3a 上での入射位置）がコア 3c の中心位置から X 方向にどれだけずれているかを求める。具体的には、コントローラ 6 は、コア 3c の中心位置からスポットの位置までの X 方向のずれ量を、X 方向の光量差として求める。X 方向の光量差は、第二の境界線を基準として、X 方向のマイナス側にあるエリア  $Z_1$  およびエリア  $Z_3$  で検出される光量の和と、X 方向のプラス側にあるエリア  $Z_2$  およびエリア  $Z_4$  で検出される光量の和と、を比較することにより求められる。すなわち、X 方向の光量差  $L_x$  は、以下の式 (2) によって求められる。

$$L_x = (L_1 + L_3) - (L_2 + L_4) \cdots (2)$$

#### 【0033】

図 3A～図 3C は、入射面 3a で反射した反射光の光検出器 5 の受光面における入射位置を 3 例 ( $P_1 \sim P_3$ ) 示した図である。各図中、破線領域は内部領域  $i_1 \sim i_4$ 、つまり入射面 3a におけるコア 3c に相当する領域を示す。図 3A は、反射光の入射位置  $P_1$  が受光面の中心 C よりも X 方向にマイナス側にある状態を示す。図 3B は、反射光の入射位置  $P_2$  が該中心 C よりも X 方向にプラス側にある状態を示す。図 3C は、反射光の入射位置  $P_3$  が該中心 C と略一致する状態を示す。なお、説明の便宜上、図 3A～図 3C に示す反射光の入射位置  $P_1 \sim P_3$  は、どれも、コア 3c 中心から Y 方向のずれを有しないものとする。

#### 【0034】

ここで、上記のように入射面 3 a と光検出器 5 の受光面とは共役な関係にある。従って、図 3 A～図 3 C にそれぞれ示す、反射光の光検出器 5 の受光面における入射位置 P 1～P 3 は、入射面 3 a 上におけるスポットの位置に略等しい。つまり、図 3 A は、入射面 3 a 上におけるスポットが、コア 3 c 中心から X 方向のマイナス側にずれた位置 P 1 にある状態を示すともいえる。同様に、図 3 B は、入射面 3 a 上におけるスポットが、コア 3 c 中心から X 方向のプラス側にずれた位置 P 2 にある状態を示すともいえる。そして、図 3 C は、入射面 3 a 上におけるスポットが、コア 3 c 中心と略一致する位置 P 3 にある状態を示すともいえる。

#### 【0035】

図 4 は、スポットの X 方向における位置と X 方向の光量差  $L_x$  との関係を表すグラフである。図 4 に示すように、反射光が受光面の略中心位置 P 3 に入射する、換言すれば入射面 3 a 上におけるスポットが、コア 3 c 中心と略一致する位置 P 3 にある場合（図 3 C）、X 方向の光量差  $L_x$  は 0 になる。従って、コントローラ 6 は、上記式（2）より算出された X 方向の光量差  $L_x$  が 0 になるように、アクチュエータ 7 を介して第一集光レンズ 2 を駆動して、入射面 3 a 上でのスポットの位置を X 方向に移動させる。

#### 【0036】

具体的には、反射光の入射位置が X 方向のマイナス側にずれている場合、  
 $(L_1 + L_3) > (L_2 + L_4)$   
となる。従って、図 4 に示すように、X 方向の光量差  $L_x$  はプラスになる。X 方向の光量差  $L_x$  がプラスになると、コントローラ 6 は、該光量差  $L_x$  が 0 になるまで、アクチュエータ 7 を介して第一集光レンズ 2 を移動させることにより入射面 3 a 上でのスポットの位置を X 方向のプラス側に移動させる。これにより、入射面 3 a 上において、スポットの位置の X 方向のプラス側へのずれをなくすることができる。

#### 【0037】

例えば、図 3 A に示すように反射光の入射位置が P 1 にある場合、光量検出エリア Z 2 および Z 4 には反射光が入射していないため、 $(L_2 + L_4)$  の値が 0

となる。このとき、X方向の光量差 $L_x$ は、図4に示すように最も高いプラスの値をとっている。反射光の入射位置がP1にある場合、コントローラ6は、上記の通り、X方向の光量差 $L_x$ が0になるまで、つまり反射光の入射位置がP3になるまで、入射面3a上でのスポットの位置をX方向のプラス側に移動させる。

#### 【0038】

また、反射光の入射位置がX方向のプラス側にずれている場合、  
 $(L_1 + L_3) < (L_2 + L_4)$   
となる。従って、図4に示すように、X方向の光量差 $L_x$ はマイナスになる。X方向の光量差 $L_x$ がマイナスになると、コントローラ6は、該光量差 $L_x$ が0になるまで、アクチュエータ7を介して第一集光レンズ2を移動させることにより入射面3a上でのスポットの位置をX方向のマイナス側に移動させる。これにより、入射面3a上において、スポットの位置のX方向のマイナス側へのずれをなくすることができる。

#### 【0039】

例えば、図3Bに示すように反射光の入射位置がP2にある場合、光量検出エリアZ1およびZ3には反射光が入射していないため、 $(L_1 + L_3)$ の値が0となる。このとき、X方向の光量差 $L_x$ は、図4に示すように最も高いマイナス値になる。反射光の入射位置がP2にある場合、コントローラ6は、上記の通り、X方向の光量差 $L_x$ が0になるまで、つまり反射光の入射位置がP3になるまで、入射面3a上でのスポットの位置をX方向のマイナス側に移動させる。

#### 【0040】

コントローラ6が、上記のようにX方向の光量差 $L_x$ を0にするように負帰還制御することにより、X方向において、ずれをなくし、高精度でスポットをコア3c中心に位置するような位置決めを行うことができる。

#### 【0041】

なお、以上の説明は、X方向に関して光の入射位置を負帰還制御する場合の内容である。Y方向に関する光の入射位置に関する位置決め処理も同様の原理で実行することができる。但し、Y方向に関する位置決め処理において、入射面3a上におけるスポットのY方向への移動量を決定するY方向の光量差 $L_y$ は、以下

の式(3)によって算出される。

$$L_y = (L_1 + L_2) - (L_3 + L_4) \cdots (3)$$

#### 【0042】

以上の位置決め処理によってX方向の光量差 $L_x$ およびY方向の光量差 $L_y$ がともに0になると、コントローラ6は、LDからの光の入射位置がコア3c中心位置にあると判断する。なお、LDからの光の入射位置がコア3c中心位置にあるとき、各光量検出エリアZ1～Z4における各検出光量 $L_1 \sim L_4$ は略等しい関係にある。また、上記説明では、便宜上、X方向の位置決め処理とY方向の位置決め処理とを区別して説明したが、実際の光通信モジュール10では、X方向の位置決め処理とY方向の位置決め処理は略同時に行われる。以上が光通信モジュール10における位置決め処理の説明である。

#### 【0043】

なお、上述した位置決め処理は、光通信モジュール10製造時の初期調整で行われるだけでなく、光通信モジュール10の電源投入後、光通信を行っている間も常時実行される。すなわち、コントローラ6は、光検出器5から常時、あるいは定期的に送信される光量データに基づいて算出したX方向の光量差 $L_x$ およびY方向の光量差 $L_y$ を参照している。そしてコントローラ6は、各光量差 $L_x$ 、 $L_y$ が0に維持されるように上記位置決め処理を実行する。

#### 【0044】

本発明に係る光通信装置は、上記実施形態以外の処理によっても高い精度で位置決めすることが可能である。例えば、検出光量を光量検出エリア単位で比較して、各光量検出エリアでの検出光量が全て等しくなるようにスポットの位置を移動させることによって位置決めすることも可能である。具体的には、図2中、エリアZ1での検出光量 $L_1$ とエリアZ2での検出光量 $L_2$ とを比較して、両者が等しくなるように第一集光レンズ2をX方向に移動させる。以下、必要に応じて、エリアZ1とエリアZ3、エリアZ2とエリアZ4、エリアZ3とエリアZ4、のそれぞれについても同様の処理を行えばよい。

#### 【0045】

上記では、位置決め処理の簡素化および迅速化を図るために最適な実施形態と

して、第一の境界線の延出方向がX方向と一致し、かつ第二の境界線の延出方向がY方向と一致するように光検出器5を配設していると説明した。本発明の光通信装置は、各境界線の延出方向と第一集光レンズ2の可動方向とは必ずしも一致しなくても入射面3aにおけるスポットの位置決めは可能である。例えば、検出光量を光量検出エリア単位で比較する位置決め処理においては、各境界線の延出方向とX方向またはY方向とのなす角をほぼ二等分するように光検出器5を配設することができる。例えば、上記実施形態でいえば、光検出器5は、各境界線の延出方向とX方向またはY方向とのなす角が $45^{\circ}$ になるように配設される。この場合、コントローラ6は、中心Cを基準として対角にある二つのエリア（Z1とZ4、あるいはZ2とZ3）での検出光量を比較して、比較対象である各光量（L1とL4、あるいはL2とL3）が等しくなるようにスポットの位置を移動させる。

#### 【0046】

また上記実施形態では、光検出器5の検出精度の向上を図るために、光検出器5は、第二集光レンズ4に対して光ファイバ3の入射面3aと共役な位置に配設されている。本発明の光通信装置は、光検出器5と入射面3aとを共役に配置しない場合でも上記実施形態と略同一の効果を奏する。

#### 【0047】

また上記説明では、光量検出エリアZ1～Z4の感度がどれも同一であるとの前提のもと、コントローラ6は、比較対象である光量が等しくなる（1：1になる）ようにスポットの位置決めを行っている。しかし、各エリアの感度が等しくない場合でも本発明を実施することができる。但し、その場合、コントローラ6は、比較対象である各エリアでの検出光量が所定の比率となるようにスポットの位置決めをする。

#### 【0048】

また、上記の実施形態では、コア3c以外領域の反射率を高めるために、クラッド3bの略全域にミラー面3dを設けている。クラッド3bの略全域にミラー面3dを設ければ、入射面3aの加工が簡易に行われるという利点がある。ここで予め、取り付け機構等により、LDからの光がコア3c近傍に入射することが

保証されるのであれば、光ファイバ3は、ミラー面をクラッド3bの略全面に設けるのではなく、コア3c周辺にのみミラー面を設けることも可能である。

#### 【0049】

さらに、上記実施形態では、入射面3aで反射した反射光の光量を高精度で検出し、検出誤差を抑えるために、光検出器5の受光面における内部領域i1～i4は、外部領域o1～o4よりも感度を高く設定されている。ここで、光検出器5が反射率の低いコア3cで反射した光の光量も検出可能であって、かつ予め、コア3cで反射した光の光量（つまり内部領域i1～i4での受光量）とクラッド3dで反射した光の光量（つまり外部領域o1～o4での受光量）との比がわかるのであれば、コントローラ6が該比に基づいて光量差 $L_x$ 、 $L_y$ を算出することができる。従って、この場合、光検出器5の受光面を領域によって感度を変えなくてもよい。

#### 【0050】

また、上記実施形態では、集光レンズ2を駆動させることにより、LDからの光が入射面3aにおいて形成するスポットを移動させてコア3cに位置決めする。スポットの移動手段としては、他の構成によるものであっても良い。例えば、LD自体をX方向やY方向に駆動させることにより、入射面3aにおけるスポットの位置を移動させることも可能である。またスポットの移動手段として、光路上LDと光ファイバ3の間に頂角可変プリズムを配置することも可能である。

#### 【0051】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、短時間で光ファイバのコアの位置を検出することができ、送信用の信号光の光ファイバの入射面上での入射位置を該コアに一致するように位置決めすることができる。また本発明によれば、常時光源からの光の光ファイバの入射面上での位置がコア中心となるように負帰還制御することが可能となる。このように負帰還制御を行うように構成された光通信装置は、環境変化や経時変化等に左右されることなく、高い性能を維持することが可能である。

##### 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の実施形態の光通信モジュールの概略構成を表す図である。

## 【図 2】

本発明の実施形態の光検出器の受光面の構成を表す図である。

## 【図 3】

本発明の実施形態の光ファイバ入射面で反射した反射光の光検出器の受光面における入射位置を示した図である。

## 【図 4】

光ファイバ入射面におけるスポットの X 方向における位置と X 方向の光量差  $L_x$  との関係を表すグラフである。

## 【符号の説明】

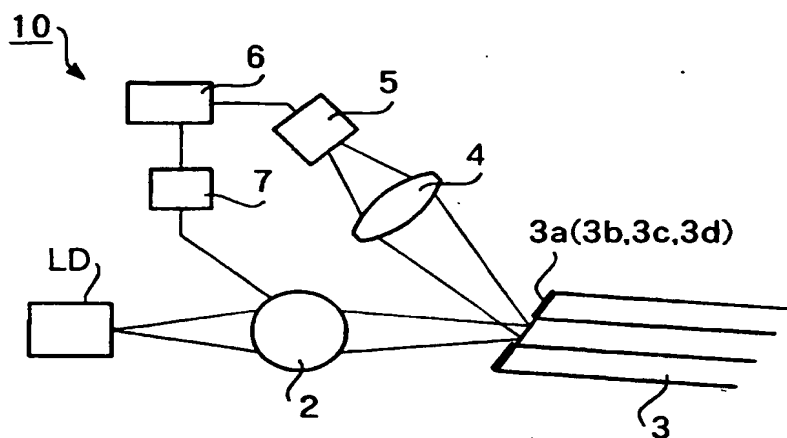
- 2 集光レンズ
- 3 光ファイバ
- 3 a 入射面
- 3 b クラッド
- 3 c コア
- 3 d ミラー面
- 5 光検出器
- 6 コントローラ
- 1 0 光通信モジュール



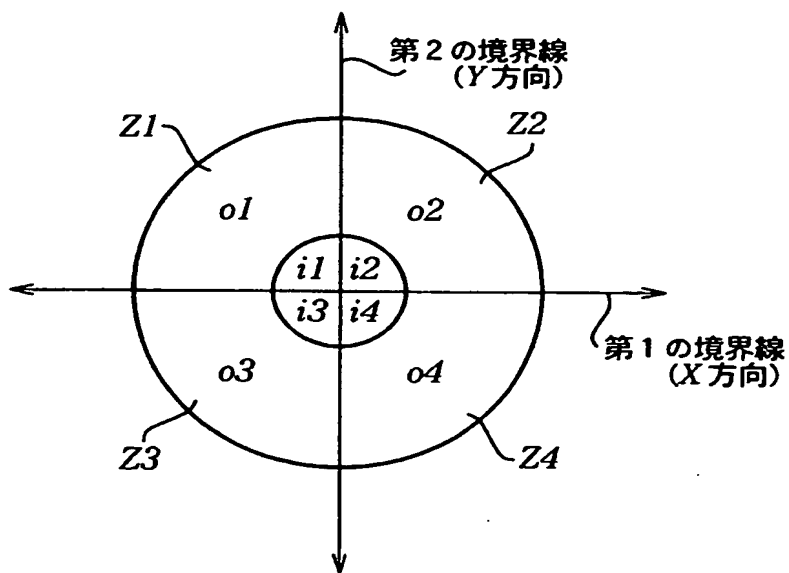
【書類名】

図面

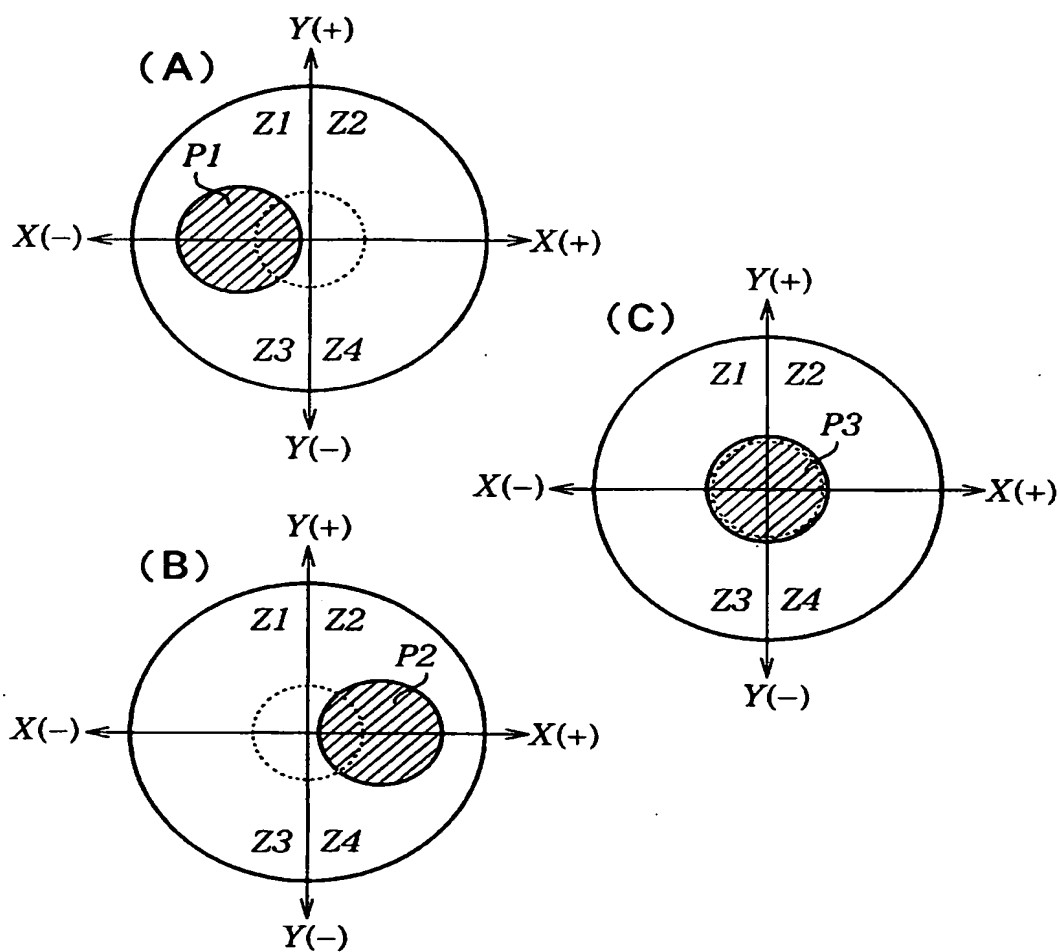
【図 1】



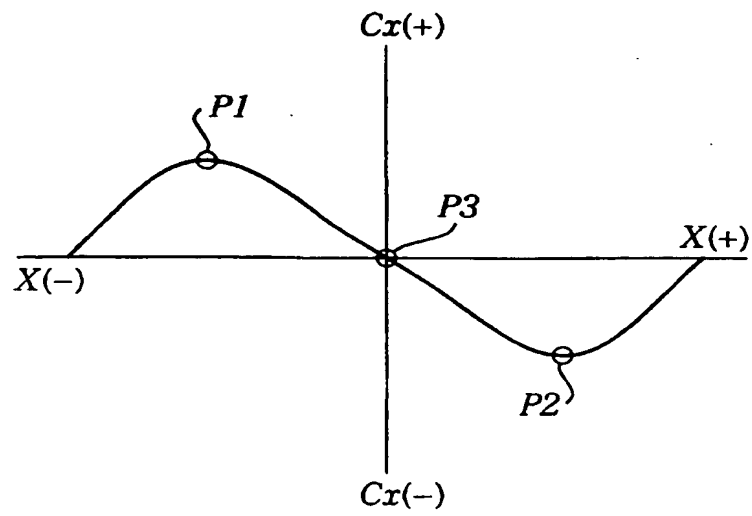
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機械的条件の変化等の環境変化があっても高い性能を維持することのできる光通信装置、さらには簡易にかつ短時間で光ファイバの入射面におけるコアの位置にLDからの光を高い精度をもって入射させることができる位置決め方法を提供すること。

【解決手段】 光通信装置は、光源と、光の入射する入射面の少なくともコアの近傍が該コアよりも高い反射率を有する光ファイバと、光源からの光が光ファイバの入射面上において形成するスポットを、第一の方向および該第一の方向とは異なる第二の方向に移動させる移動手段と、受光面の略中心を通る非平行の二本の境界線によって分割された4つの光量検出エリアを備え、入射面によって反射した反射光の光量を光量検出エリアごとに検出する光量検出手段と、4つの光量検出エリアにおいて検出される各光量が所定の比率となるように移動手段を駆動制御する制御手段と、を有する構成にした。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-320864
受付番号	50201665152
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年11月 6日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年11月 5日

次頁無

出証特 2003-3094704

特願 2002-320864

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000000527]

1. 変更年月日  
[変更理由]

2002年10月 1日

住 所  
氏 名

名称変更

東京都板橋区前野町2丁目36番9号  
ペンタックス株式会社